MICRO-EPSILON

Betriebsanleitung

optoNCDT 1700

optoNCDT 1710

ILD1700-2
ILD1700-10
ILD1700-20
ILD1700-40
ILD1700-50
ILD1700-100

ILD1700-200
ILD1700-250VT
ILD1700-500
ILD1700-750

ILD1700-2DR
ILD1700-10DR
ILD1700-20DR

ILD1700-2LL
ILD1700-10LL
ILD1700-20LL
ILD1700-50LL

ILD1710-50
ILD1710-1000

ILD1700-20BL
ILD1700-200BL
ILD1700-500BL
ILD1700-750BL
ILD1710-50BL
ILD1710-1000BL

Intelligente laseroptische Wegmessung

MICRO-EPSILON
MESSTECHNIK
GmbH & Co. KG
Königbacher Strasse 15

94496 Ortenburg / Deutschland

Tel. +49 (0) 8542 / 168-0
Fax +49 (0) 8542 / 168-90
e-mail info@micro-epsilon.de
www.micro-epsilon.de

Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001: 2008

Softwareversion: 6.000

Inhalt

1. Sicherheit

Die Systemhandhabung setzt die Kenntnis der Betriebsanleitung voraus.

1.1 Verwendete Zeichen

In dieser Betriebsanleitung werden folgende Bezeichnungen verwendet:

(!) WARNUNG! - möglicherweise gefährliche Situation

(i) WICHTIG! - Anwendungstipps und Informationen

1.2 Warnhinweise

Schließen Sie die Spannungsversorgung und das Anzeige-/Ausgabegerät nach den Sicherheitsvorschriften für elektrische Betriebsmittel an.
> Verletzungsgefahr

> Beschädigung oder Zerstörung des Sensors

Vermeiden Sie Stöße und Schläge auf den Sensor.
> Beschädigung oder Zerstörung des Sensors

Versorgungsspannung darf angegebene Grenzen nicht überschreiten.
> Beschädigung oder Zerstörung des Sensors

Vermeiden Sie die dauernde Einwirkung von Spritzwasser auf den Sensor.
> Beschädigung oder Zerstörung des Sensors

Auf den Sensor dürfen keine aggressiven Medien (Waschmittel, Kühlemulsionen) einwirken.
> Beschädigung oder Zerstörung des Sensors

1.3 Hinweise zur CE-Kennzeichnung

Für den optoNCDT1700 gilt:
- EU-Richtlinie 2004/108/EG
- EU-Richtlinie 2011/65/EG, „RoHS“ Kategorie 9

Produkte, die das CE-Kennzeichen tragen, erfüllen die Anforderungen der zitierten EU-Richtlinien und die dort aufgeführten harmonisierten europäischen Normen (EN). Die EU-Konformitätserklärung wird gemäß der EU-Richtlinie, Artikel 10, für die zuständige Behörde zur Verfügung gehalten bei

MICRO-EPSILON Optronic GmbH
Lessingstraße 14
01465 Langebrück / Deutschland

Der Sensor ist ausgelegt für den Einsatz im Industriebereich und erfüllt die Anforderungen gemäß den Normen
- EN 61326-1: 2006-10
  Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Elektromagnetische Verträglichkeit - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- DIN EN 55011: 2007-11 (Gruppe 1, Klasse B)
  Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Hochfrequenzgeräte (ISM-Geräte) - Funkstörungen - Grenzwerte und Messverfahren
- EN 61000-6-2: 2006-03
  Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-2: Fachgrundnormen - Störfestigkeit für Industriebereiche

Der Sensor erfüllt die Anforderungen, wenn bei Installation und Betrieb die in der Betriebsanleitung beschriebenen Richtlinien eingehalten werden.

1.4 Bestimmungsgemäße Verwendung

- Das optoNCDT1700 ist für den Einsatz im Industrie- und Laborbereich konzipiert. Es wird eingesetzt zur
  - Weg-, Abstands-, Positions- und Dickenmessung
  - Qualitätsüberwachung und Dimensionsprüfung
- Der Sensor darf nur innerhalb der in den technischen Daten angegebenen Werte betrieben werden, siehe Kap. 3.4.
- Der Sensor ist so einzusetzen, dass bei Fehlfunktionen oder Totalausfall des Sensors keine Personen gefährdet oder Maschinen beschädigt werden.
- Bei sicherheitsbezogenener Anwendung sind zusätzlich Vorkehrungen für die Sicherheit und zur Schadensverhütung zu treffen.

1.5 Bestimmungsgemäßes Umfeld

ⓘ WICHTIG!
Die Schutzart ist beschränkt auf Wasser (keine Bohremulsionen, Waschmittel o.ä. agressive Medien)!

- Schutzart: IP 65 (gilt nur bei angestecktem Sensorkabel)
- Die Schutzart gilt nicht für optische Eingänge, da deren Verschmutzung zur Beeinträchtigung oder dem Ausfall der Funktion führt.
- Betriebstemperatur: 0 ... 50 °C
- Lagertemperatur: -20 ... 70 °C
- Luftfeuchtigkeit: 5 - 95 % (nicht kondensierend)
- Umgebungsdruck: Atmosphärendruck
- EMV: gemäß:
  - EN 61326-1: 2006-10
    Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Elektromagnetische Verträglichkeit - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
  - DIN EN 55011: 2007-11 (Gruppe 1, Klasse B)
    Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Hochfrequenzgeräte (ISM-Geräte) - Funkstörungen - Grenzwerte und Messverfahren
  - EN 61000-6-2: 2006-03
    Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-2: Fachgrundnormen - Störfestigkeit für Industriebereiche

2. Laserklasse

WICHTIG!
Laserschutzvorschriften beachten.

Das optoNCDT1700 arbeitet mit einem Halbleiterlaser der Wellenlänge 670 nm (sichtbar/rot ILD 1700) bzw. 405 nm (sichtbar/blau, ILD 1700BL)

Der Laser wird gepulst betrieben, die Pulsfrequenz entspricht der Messrate. Die Pulsdauer wird in Abhängigkeit vom Messobjekt geregelt bis fast Dauerstrich. Die maximale optische Ausgangsleistung ist ≤ 1 mW. Die Sensoren sind in die Laserklasse 2 eingeordnet.

Beim Betrieb der Sensoren sind die einschlägigen Vorschriften nach DIN EN 60825-1 (VDE 0837, Teil 1 von 05/2008) und die in Deutschland gültige Unfallverhütungsvorschrift „Laserstrahlung“ (BGV B2) zu beachten. Danach gilt:

- Bei Lasereinrichtungen der Klasse 2 ist das Auge bei zufälliger, kurzzeitiger Einwirkung der Laserstrahlung, d.h. Einwirkungsdauer bis 0,25 s, nicht gefährdet.
- Lasereinrichtungen der Klasse 2 dürfen Sie deshalb ohne weitere Schutzmaßnahmen einsetzen, wenn Sie nicht absichtlich länger als 0,25 s in den Laserstrahl oder in spiegelnd reflektierte Strahlung hineinschauen.
- Da vom Vorhandensein des Lidschlussreflexes in der Regel nicht ausgegangen werden darf, sollte man bewusst die Augen schließen oder sich sofort abwenden, falls die Laserstrahlung ins Auge trifft.

WARNUNG!
Nicht absichtlich in den Laserstrahl schauen! Bewusst die Augen schließen oder sich sofort abwenden, falls die Laserstrahlung ins Auge trifft.

Laser der Klasse 2 sind nicht anzeigepflichtig und ein Laserschutzbeauftragter ist nicht erforderlich.

Am Sensorgehäuse sind folgende Hinweisschilder (Vorder- und Rückseite) angebracht:

LASERSTRAHLUNG
NICHT IN DEN STRAHL BLICKEN
LASER KLASSE 2
nach DIN EN 60825-1: 2008-05
P ≤ 1 mW; λ = 670 nm

Abb. 1 Laserwarnschild, deutsch

LASERSTRAHLUNG
NICHT IN DEN STRAHL BLICKEN
LASER KLASSE 2
nach DIN EN 60825-1: 2008-05
P ≤ 1 mW; λ = 405 nm

Abb. 2 Laserwarnschild für ILD1700-x BL

WICHTIG!
Wenn beide Hinweisschilder im angebauten Zustand verdeckt sind, muss der Anwender selbst für zusätzliche Hinweisschilder an der Anbaustelle sorgen.

Die Laserschilder für Deutschland sind bereits aufgedruckt (siehe oben), die Hinweisschilder für andere nicht deutschsprachige Länder sind beigelegt und vom Anwender für die jeweils gültige Region vor der ersten Inbetriebnahme anzubringen. Der Betrieb des Lasers wird optisch durch die LED am Sensor angezeigt, siehe Kap. 3.5. Die Gehäuse des optoNCDT1700 dürfen nur vom Hersteller geöffnet werden, siehe Kap. 12. Für Reparatur und Service sind die Sensoren in jedem Fall an den Hersteller zu senden.

3. Funktionsprinzip, Technische Daten

3.1 Funktionsprinzip

3.1.1 Diffuse Reflexion

Das optoNCDT1700 arbeitet nach dem Prinzip der optischen Triangulation, d. h. ein sichtbarer, modulierter Lichtpunkt wird auf die Oberfläche des Messobjektes projiziert.

Der diffuse Anteil der Reflexion dieses Lichtpunktes wird von einer Empfängeroptik, die in einem bestimmten Winkel zur optischen Achse des Laserstrahls angeordnet ist, abstandsabhängig auf einem ortsauflösenden Element (CCD) abgebildet.

MBA = Messbereichsanfang

MBM = Messbereichsmitte

MBE = Messbereichsende

Ein digitaler Signalprozessor (DSP) im Sensor berechnet aus dem Ausgangssignal des CCD-Elements den Abstand des Lichtpunktes auf dem Messobjekt zum Sensor. Der Abstandswert wird linearisiert und über eine analoge oder digitale Schnittstelle ausgegeben.

Sensor ILD1700

Messbereichsmitte

MBA

Messbereich

Analogausgang

0 VDC	4 mA
5 VDC (MBM)	12 mA
10 VDC (MBE)	20 mA

Abb. 3 Begriffsdefinition, Ausgangssignal

3.1.2 Direkte Reflexion

Das optoNCDT1700DR arbeitet nach dem Prinzip der optischen Triangulation, d. h. ein sichtbarer, modulierter Lichtpunkt wird auf die Oberfläche des Messobjektes projiziert. Der direkte Anteil der Reflexion dieses Lichtpunktes wird von einer Empfängeroptik abstandsabhängig auf einem ortsauflösenden Element (CCD) abgebildet. Ein digitaler Signalprozessor (DSP) im Sensor berechnet aus dem Ausgangssignal des CCD-Elements den Abstand des Lichtpunktes auf dem Messobjekt zum Sensor. Der Abstandswert wird linearisiert und über eine analoge oder digitale Schnittstelle ausgegeben.

MBA = Messbereichsanfang

MBM = Messbereichsmitte

MBE = Messbereichsende

Auf glänzenden oder spiegelnden Oberflächen ist der direkt reflektierte Anteil des Laserlichtes viel größer und überdeckt deshalb den diffusen Anteil. Für die Messung an Glasscheiben ist optional die Unterdrückung des 2. Reflexes von der Glasrückseite im Sensor möglich. Sensoren für direkte Reflexion (ILD1700-2DR, ILD1700-10DR und ILD170020DR) werden in der gekippten Position kalibriert. Sie können deshalb nicht für diffuse Reflexion eingesetzt werden.

Abb. 4 Begriffsdefinition, Ausgangssignal

3.2 Echtzeitregelung

Aus dem Signal des CCD-Elements wird die Intensität der diffusen Reflexion ermittelt. Dadurch kann der Sensor Helligkeitsschwankungen auf dem Messobjekt ausregeln und dies im Bereich von fast totaler Absorption bis nahezu totaler Reflexion.

3.3 Belichtungssteuerung

Für dunkle oder glänzende Messobjekte kann eine längere Belichtungszeit erforderlich sein. Die Regelung kann jedoch nicht länger belichten als die Messrate erlaubt. Eine längere Belichtungszeit kann man dann durch Herabsetzen der Messrate des Sensors von Hand oder durch Befehl erzielen, siehe Kap. 6.9.

3.4 Technische Daten

Typ	**ILD 1700-**	**2**	**10**	**20**	**40**	**50**	**100**	**200**	**250VT**	**500**	**750**
Messbereich	mm	2	10	20	40	50	100	200	250	500	750
Messbereichsanfang	mm	24	30	40	175	45	70	70	70	200	200
Messbereichsmitte (MBM)	mm	25	35	50	195	70	120	170	195	450	575
Messbereichsende	mm	26	40	60	215	95	170	270	320	700	950
Linearität	d.M.	±0,1 %	±0,08 %					±0,1 %	±0,25 %	±0,08 %	±0,1 %
Auflösung [1]	µm	0,1	0,5	1,5	4	3	6	12	50	30	50
Messrate, programmierbar		2,5 kHz (1); 1,25 kHz (1/2); 625 Hz (1/4); 312,5 Hz (1/8)									
Lichtquelle (Laserdiode)		Wellenlänge 670 nm, rot, max. Leistung 1 mW, Laserklasse 2									
Zulässiges Fremdlicht (bei 2,5 kHz)		10.000 lx							15.000 lx	10.000 lx	
Lichtfleckdurchmesser (µm)	MBA MBM MBE	80 35 80	110 50 110	320 45 320	230 210 230	570 55 570	740 60 700	1300 1300 1300	1500 1500 1500	1500 1500 1500	1500 1500 1500
Temperaturstabilität	% d.M./°C	0,025	0,01						0,025	0,01	

Typ	ILD 1700-	2	10	20	40	50	100	200	250VT	500	750
Betriebstemperatur		0 ... +50 °C							0 ... +55 °C	0 ... +50 °C	
Lagertemperatur		-20 ... +70 °C									
Schutzart		IP 65 (bei gesteckter Verbindung)									
Versorgung U_B		24 V (11 ... 30 V) DC; max. 150 mA									
Messwertausgang	wählbar	4 -20 mA; 0 -10 V; RS422									
Spannungsausgang		R_i = 100 Ohm, I_{max} = 5 mA, kurzschlussfest									
Bürde Stromausgang		$R_{Bürde} < (U_B - 6\ V) / 20\ mA$, $R_{Bürde}$ 250 Ohm für U_B = 11 VDC									
Schaltausgänge	programmierbar	Fehler oder / und Grenzwerte, kurzschlussfest									
Schalteingänge		Laser ON/OFF; Zero									
Synchronisation	programmierbar	gleichzeitig oder alternierend									
Sensorkabel	Standard Verlängerung	0,25 m (mit Kabelbuchse) 3 / 10 m									
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)		EN 61326-1: 2006-10 DIN EN 55011: 2007-11 (Gruppe 1, Klasse B) EN 61 000-6-2: 2006-03									
Vibration (nach IEC 60068-2-6) [2]		2 g / 20 ... 500 Hz									
Schock (nach IEC 60068-2-29) [2]		15 g / 6 ms									
Gewicht (mit 25 cm Kabel)		550 g			600 g	550 g				600 g	

Die angegebenen Daten gelten für eine weiße, diffus reflektierende Oberfläche (Referenz: Keramik).
MBA = Messbereichsanfang; MBM = Messbereichsmitte; MBE = Messbereichsende
d.M. = des Messbereichs
1) Bei einer Messrate von 2,5 kHz, ohne Mittelung
2) ILD1700-250VT: 20 g, besonders schock- und schwingungsfeste Ausführung für den Einsatz an Kraftfahrzeugen

optoNCDT 1700 - Für direkt reflektierende Oberflächen

Typ	ILD 1700-	2DR	10DR	20DR
Messbereich	mm	2	10	20
Messbereichsanfang	mm	, siehe Abb. 16, ff.		
Messbereichsmitte (MBM)	mm			
Messbereichsende	mm			
Linearität, φ/2	d.M.	±0,1 %	±0,1 %	±0,2 %
Linearität, φ/2 ±0,3 °	d.M.	±0,2 %	±0,25 %	±2 % [2]
Auflösung [1]	µm	0,1	0,5	3
Verkippung (φ/2)		20 °	17,6 °	11,5 °

Alle hier nicht aufgeführten Daten entsprechen denen der Standardsensoren.
MBM = Messbereichsmitte
d.M. = des Messbereichs
1) Bei einer Messrate von 2,5 kHz, ohne Mittelung
2) Messbereich 18 mm

optoNCDT 1700LL - Für metallisch glänzende Oberflächen

Typ	ILD 1700-	2LL	10LL	20LL	50LL
Messbereich	mm	2	10	20	50
Lichtfleckdurchmesser	MBA	85 x 240 µm	120 x 405 µm	185 x 485 µm	350 x 320 µm
	MBM	24 x 280 µm	35 x 585 µm	55 x 700 µm	70 x 960 µm
	MBE	64 x 400 µm	125 x 835 µm	195 x 1200 µm	300 x 1940 µm

Bei Messungen gegen hochglänzende Oberflächen (Targets) ist die Auflösung abhängig vom Material.
Alle hier nicht aufgeführten Daten entsprechen denen der Standardsensoren.
MBA = Messbereichsanfang; MBM = Messbereichsmitte; MBE = Messbereichsende

optoNCDT 1710 - Für großen Abstand zum Messobjekt

Typ		**ILD 1710-50**	**ILD 1710-1000**
Messbereich	mm	50	1000
Messbereichsanfang (MBA)	mm	550	1000
Messbereichsmitte (MBM)	mm	575	1500
Messbereichsende (MBE)	mm	600	2000
Linearität	mm	±0,05	±1
Auflösung [1]	µm	5	100
Lichtfleckdurchmesser	MBA	0,4 ... 0,5 mm	2,5 ... 5 mm
	MBM	0,4 ... 0,5 mm	2,5 ... 5 mm
	MBE	0,4 ... 0,5 mm	2,5 ... 5 mm
Sensorkabel		0,25 m integriert	
Gewicht		ca. 0,8 kg	
Schutzgrad		IP 65	
Temperaturstabilität	% d.M./ °C	0,01	
Betriebstemperatur	°C	0 ... 50	

Alle hier nicht aufgeführten Daten entsprechen denen der Standardsensoren.
MBA = Messbereichsanfang; MBM = Messbereichsmitte; MBE = Messbereichsende
d.M. = des Messbereichs
1) Bei einer Messrate von 2,5 kHz, ohne Mittelung

optoNCDT 17x0BL

Typ	ILD	1700-20BL	1700-200BL	1700-500BL	1700-750BL	1710-50BL	1710-1000BL
Messbereich	mm	20	200	500	750	50	1000
Messbereichsanfang	mm	40	100	200	200	550	1000
Messbereichsmitte	mm	50	200	450	575	575	1500
Messbereichsende	mm	60	300	700	950	600	2000
Linearität	d.M.	≤ ±0,08 %	≤ ±0,1 %	≤ ±0,08 %	≤ ±0,1 %		
Auflösung [1]	µm	1,5	12	30	50	5	100
Messrate		2,5 kHz; 1,25 kHz; 625 Hz; 312,5 Hz (einstellbar)					
Lichtquelle		Halbleiterlaser < 1 mW, 405 nm (blau violett)					
Laserschutzklasse		Klasse 2 nach DIN EN 60825-1: 2008-05					
Lichtfleckdurchmesser (µm)	MBA, µm MBM, µm MBE, µm	320 45 320	1300 1300 1300	1500 1500 1500	1500 1500 1500	400 x 500 400 x 500 400 x 500	2,5 ... 5 mm 2,5 ... 5 mm 2,5 ... 5 mm
Gewicht (mit 25 cm Kabel)		ca. 550 g	ca. 550 g	ca. 600 g	ca. 600 g	ca. 800 g	ca. 800 g

Alle Angaben gelten für weiße, diffus reflektierende Oberflächen (Referenz Keramik)
MBA = Messbereichsanfang; MBM = Messbereichsmitte; MBE = Messbereichsende
d.M. = des Messbereichs
1) Bei einer Messrate von 2,5 kHz, ohne Mittelung

3.5 Bedien- und Anzeigeelemente

ⓘ WICHTIG!
Eine Tastatursperre ist über die serielle Schnittstelle möglich, siehe Kap. 8.5.16.
Die Bedeutung der LED’s im Einstellmodus, siehe Kap. 6.3.

Abb. 5 Taster und LED’s am Sensor

(1)

Taste `select/zero` Messmodus: Setzt Analogausgang auf „Master“ oder „Mitte“, siehe Kap. 6.7, siehe Kap. 6.8. Einstellmodus: Ändern der Sensorparameter, siehe Kap. 6.5.

ⓘ WICHTIG!
Bleibt die Taste `function/enter` länger als 5 sec gedrückt, so werden alle Parameter durch die Werkseinstellungen überschrieben.

(2)

Taste `function/enter` Wechsel zwischen Messmodus und Einstellmodus.

(3)

LED’s, siehe Abb. 6.

LED		Farbe	Bedeutung
output	o		**Strom (4 ... 20 mA)**
	☼	rot grün	Spannung (0 ... 10 V) Seriell (RS422)
speed	o		**Messrate 1 = 2,5 kHz**
	☼	rot grün gelb	1/2 = 1,25 kHz 1/4 = 625 Hz 1/8 = 312,5 Hz
avg	o		**Mittelung: 1 (Median: 3)**
	☼	rot grün gelb	4 (5) 32 (7) 128 (9)
zero	☼	rot blinkt	Mitte gesetzt / gemastert Slave nicht synchronisiert
state	o		Laser aus (off)
	☼	rot grün gelb	Fehler (error) O.K. MBM (midrange)

Abb. 6 Bedeutung der LED’s im Messmodus

Hinweis: Im Messbetrieb (Werkseinstellung) leuchtet nur die LED „state“ entsprechend der momentanen Messobjektposition.

4. Lieferung

4.1 Lieferumfang

1 Sensor optoNCDT1700 mit 0,25 m Anschlusskabel und Kabelbuchse

2 Laserwarnschilder nach IEC-Norm

1 Betriebsanleitung

1 CD mit Treiber und Demoprogramm

Für ILD1700-xxDR: 1 Montagehilfe (passend zum Messbereich)

Optionales Zubehör, separat verpackt:

1 Sensorkabel PC1700 mit 3 m oder 10 m Länge, mit Kabelstecker und freien Kabelenden
(je nach Bestellung).

Nach dem Auspacken sofort auf Vollständigkeit und Transportschäden überprüfen. Bei Schäden oder Unvollständigkeit wenden Sie sich bitte sofort an den Lieferanten.

4.2 Lagerung

Lagertemperatur: -20 bis +70 °C Luftfeuchtigkeit: 5 - 95 % (nicht kondensierend)

5. Installation und Montage

Der Sensor optoNCDT1700 ist ein optisches System, mit dem im µm-Bereich gemessen wird. Achten Sie deshalb bei der Montage und im Betrieb auf sorgsame Behandlung.

5.1 Sensormontage diffuse Reflexion

ⓘ WICHTIG!
Achten Sie bei Montage und Betrieb des Sensors auf eine sorgsame Behandlung!

Der Sensor wird über 3 Schrauben M4 montiert. Die Auflageflächen rings um die Befestigungslöcher (Durchgangsbohrungen) sind leicht erhöht.

Trifft der Laserstrahl nicht senkrecht auf die Objektoberfläche auf, sind Messunsicherheiten nicht auszuschließen.

Zur Ausrichtung des Sensors sind auch die „Hinweise für den Betrieb“, siehe Kap. 9.3, speziell zu beachten.

Für den Einsatz der Sensoren in verschmutzter Umgebung oder erhöhter Umgebungstemperatur empfiehlt MICRO-EPSILON die Verwendung von Schutzgehäusen, siehe Kap. 9.4.

Befestigungs-
bohrung
3 x ø4,5

Abb. 7 Maßzeichnung optoNCDT 1700-2/10/20/50/100/200/250VT 1700-2LL/10LL/20LL/50LL, Abmessungen in mm, nicht maßstabsgetreu

MB	MBA	α	ε	A	B
2	24	35,0 °	44,8 °	25,8	16,8
10	30	34,3 °	35,6 °	28,7	20,5
20	40	28,8 °	26,7 °	30,1	22,0
50	45	26,5 °	18,3 °	31,5	22,5
100	70	19,0 °	10,9 °	32,6	24,1
200	70	19,0 °	7,0 °	33,1	24,1
250VT	70	19,0 °	6,0 °	33,5	24,1

Abb. 8 Freiraum für Optik

MBA = Messbereichsanfang
MB = Messbereich

Abb. 9 Maßzeichnung
optoNCDT 1700-20/200BL
Abmessungen in mm, nicht maßstabsgetreu

MB	MBA	α	ε	A	B
20	40	28,8 °	26,7 °	30,1	22,0
200	100	13,5 °	6,3 °	33,1	24,1

Abb. 10 Freiraum für Optik
optoNCDT 1700-20/200BL
Abmessungen in mm, nicht maßstabsgetreu

MBA = Messbereichsanfang
MB = Messbereich

Abb. 11 Maßzeichnung
optoNCDT 1700-40/500/750
optoNCDT 1700-500/750BL
Abmessungen in mm, nicht maßstabsgetreu

MB	MBA	α	ε
40	175	22,1 °	21,8 °
500	200	19,3 °	7,0 °
750	200	19,3 °	5,0 °

Abb. 12 Freiraum für Optik, Messbereiche 1700-40/500/750 mm Messbereiche 1700-500/750BL mm, Abmessungen in mm, nicht maßstabsgetreu

Abb. 13 Maßzeichnung
optoNCDT 1710-50/1000
optoNCDT 1710-50/1000BL
Abmessungen in mm, nicht maßstabsgetreu

Abb. 14 Freiraum für Optik
optoNCDT 1710-50/1000
optoNCDT 1710-50/1000BL
Abmessungen in mm, nicht maßstabsgetreu

MB	MBA	α	ε
50	550	13,35 °	15,15 °
1000	1000	7,45 °	4,65 °

5.2 Sensormontage direkte Reflexion

Der Sensor wird über 3 Schrauben M4 montiert. Die Auflageflächen rings um die Befestigungslöcher (Durchgangsbohrungen) sind leicht erhöht.

Der Sensor muss entsprechend der Montagezeichnung so angebaut werden, dass der reflektierte Strahl in den Empfänger trifft, siehe Abb. 16, siehe Abb. 17, siehe Abb. 18.

Verwenden Sie die Montagehilfe zur Ausrichtung des Sensors, siehe Abb. 15.

Abb. 15 Montagehilfe

Abb. 16 Maßzeichnung optoNCDT 1700-2DR (nicht maßstabsgetreu)

WICHTIG!
Achten Sie bei Montage und Betrieb des Sensors auf eine sorgsame Behandlung!

Direkt reflektierendes Messobjekt

MB = Messbereich

Abb. 17 Maßzeichnung optoNCDT 1700-10DR (nicht maßstabsgetreu)

Direkt reflektierendes Messobjekt

MB = Messbereich

Abb. 18 Maßzeichnung optoNCDT 1700-20DR (nicht maßstabsgetreu)

Montageschritte

- Schalten Sie den Sensor ein.
- Beobachten Sie die Statusanzeige am Sensor, siehe Abb. 20.
- Positionieren Sie ein reflektierendes Messobjekt innerhalb des Messbereichs.

Messobjekt

- Schieben Sie die Montagehilfe zwischen Sensor und Messobjekt.
- Die LED “State“ leuchtet gelb, siehe Abb. 20.
- Befestigen Sie den Sensor mit 3 Schrauben vom Typ M4.

- Entfernen Sie die Montagehilfe zwischen Sensor und Messobjekt.

5.3 Steckverbindung und Sensorkabel

Unterschreiten Sie den Biegeradius für das Sensorkabel von 60 mm nicht.

Der Sensor enthält ein fest angeschlossenes Anschlusskabel von 0,25 m Länge. Daran wird abhängig von der Einbausituation ein Sensorkabel von 3 m oder 10 m Länge angesteckt. MICRO-EPSILON empfiehlt die Verwendung der schleppkettenfähigen Standard-Sensorkabel PC1700.

Stecker und Kabelteil haben rote Markierungspunkte, die vor dem Zusammenstecken gegenüber positioniert werden. Zusätzliche Führungsnuten verhindern ein falsches Zusammenstecken. Zum Lösen der Steckverbindung fasst man die Steckverbinder an den gerillten Griffstücken (Außenhülsen) und zieht sie gerade auseinander. Ein Ziehen am Kabel und der Spannmutter verriegelt die Steckverbinder (ODU MINI-SNAP FP Verriegelung) und führt nicht zum Lösen der Verbindung. Vermeiden Sie deshalb übermäßigen Zug auf die Kabel. Zugentlastungen in der Nähe der Stecker bei senkrecht frei hängenden Kabeln ab 5 m Länge vorsehen. Gesteckte Verbindung nicht gegeneinander verdrehen.

Verbinden Sie den Kabelschirm mit dem Potentialausgleich (PE, Schutzleiter) am Auswertegerät (Schaltschrank, PC-Gehäuse) und vermeiden Sie Masseschleifen.

Signalleitungen nicht neben oder zusammen mit Netzleitungen oder impulsbelasteten Leitungen (z.B. für Antriebe und Magnetventile) in einem Bündel oder Kabelkanal verlegen, sondern separate Kabelkanäle verwenden.

Empfohlener Adernquerschnitt für selbst hergestellte Anschlusskabel: ≥ 0,14 mm^2.

i Trennen beziehungsweise verbinden Sie die Sub-D-Verbindung zwischen RS422 und USB-Konverter nur im spannungslosen Zustand.

5.4 Schalteingänge Laser On/Off, Mastern/Mitte setzen

Die Schalteingänge für Laser On/Off und Mastern/Mitte setzen sind gleich beschaltet.

➡ Verbinden Sie Pin 9 mit Pin 6, um den Laser einzuschalten.

Ein Öffnen der Verbindung schaltet den Laser aus.

Abb. 19 Schaltungsbeispiele für Laser off, Mastern und Mitte setzen

6. Betrieb

6.1 Herstellung der Betriebsbereitschaft

Das optoNCDT 1700 ist entsprechend den Montagevorschriften, siehe Kap. 5., zu montieren und unter Beachtung der Anschlusshinweise, siehe Kap. 5.3, mit der Anzeige- oder Überwachungseinheit und der Stromversorgung zu verbinden.

ⓘ WICHTIG!
Die Laserdiode im Sensor wird nur aktiviert, wenn der Eingang Laser on/off mit GND verbunden ist.

Die Laserdiode im Sensor wird nur aktiviert, wenn der Eingang Laser on/off (Pin 9 bzw. die Ader rot-blau vom Sensorkabel) mit GND verbunden ist.

Nach dem Einschalten der Betriebsspannung durchläuft der Sensor eine Initialisierungssequenz. Nach außen signalisiert der Sensor dies durch ein kurzes Aktivieren aller LED‘s und der beiden Schaltausgänge. Nach Ablauf der Initialisierung sendet der Sensor einmal die Infodatei im ASCII-Format über die serielle Schnittstelle, unabhängig von der ausgewählten Schnittstelle. Die Initialisierung einschließlich der Ausgabe der Infodatei dauert maximal 10 Sekunden. Innerhalb dieser Zeit werden keine Kommandos ausgeführt oder beantwortet.

Der Sensor benötigt für reproduzierbare Messungen eine Einlaufzeit von typisch 20 min.
Anschließend befindet sich der Sensor im Messmodus und entsprechend den Werkseinstellungen, siehe Kap. 15.4, leuchtet nur die LED „state“.

Ist die LED „state“ aus, dann
- fehlt entweder die Betriebsspannung oder
- der Laser wurde abgeschaltet.

Betriebsspannung
- Nennwert: 24 V DC (11 ... 30 V, max. 150 mA).
- Netzteil nur für Messgeräte verwenden, nicht gleichzeitig für Antriebe oder ähnliche Impulsstörquellen.

➡ Netzteil erst nach Fertigstellung der Verdrahtung einschalten.

6.2 Folientasten

Die beiden Folientasten `function/enter` und `select/zero` sind doppelt belegt, abhängig vom Betriebszustand.

Messmodus (Normalbetrieb):
- Taste `zero`:
  - Setzt den Analogausgang auf den Wert für die Mitte des Messbereiches, also 5 VDC oder 12 mA.
  - Durch erneutes Drücken der Taste `zero` wird die Funktion zurück gesetzt, siehe Kap. 6.7, siehe Kap. 6.8.
- Taste `function`:
  - Versetzt den Sensor in den Einstellmodus, siehe Kap. 6.5.

Bleibt die Taste `function/enter` länger als 5 Sekunden gedrückt, so werden alle Parameterwerte durch die Werkseinstellungen (Default-Werte, siehe Kap. 15.4), überschrieben.

Abb. 20 Draufsicht optoNCDT1700

ⓘ WICHTIG!
Der Sensor liefert im Einstellmodus weiterhin Messwerte am Ausgang.

Einstellmodus (Taste `function` betätigt):
- Taste `function`:
  - Ebenen und Parameter durchschalten.
- Taste `select`:
  - In die Auswahlschleife eintreten und
  - Wert des Parameters zyklisch auswählen.
- Taste `enter`:
  - Der ausgewählte Parameterwert wird gespeichert und
  - Rückkehr in den Messmodus.

Etwa 15 Sekunden nach der letzten Betätigung der Taste `function` bzw. 30 Sekunden nach der letzten Betätigung der Taste `select` kehrt der Sensor in den Messmodus zurück, ohne die Parameter zu verändern.

6.3 LED-Funktionen

Die LED‘s am Sensor, siehe Abb. 20, haben im Messmodus und Einstellmodus verschiedene Anzeigefunktionen.

LED	Zustand	Messmodus	Einstellmodus
state	leuchtet	Messobjekt im Messbereich oder Fehler	...
	aus	Sensor aus oder Laser off	
	blinkt langsam	...	Ausgewählter Parameterwert entspricht dem gespeicherten Wert
	blinkt schnell	...	Ausgewählter Parameterwert entspricht nicht dem gespeicherten Wert
output speed avg	leuchtet oder blinkt	Anzeige der Parameterwerte aus Ebene 1	Ausgewählter Parameterwert
	rot blitzend		Zustand „aus“
zero	leuchtet	Sensor „gemastert“ oder „auf Mitte gesetzt“	
	aus	Normalbetrieb	
	blinkt	Sensor als Slave ohne Synchronsignal	

6.4 Ein- und Ausgänge

WICHTIG!
Trennen beziehungsweise verbinden Sie die Sub-D-Verbindung zwischen RS422 und USB-Konverter nur im spannungslosen Zustand.

Signal	Pin	Erläuterung	Beschaltung
Analogausgang	13	Strom 4 ... 20 mA	$R_{Bürde} < (U_B -6\ V) / 20\ mA$; $R_{Bürde}$ max. = 250 Ohm bei U_B = 11 V
		Spannung 0 ... 10 VDC	R_i = 100 Ohm, I_{max} = 5 mA, Kurzschlussschutz ab 7 mA, [2]
Laser on/off	9	Schalteingang	Laser in Betrieb, wenn Pin 9 mit GND verbunden ist
Zero	10	Schalteingang, Kap. 6.7	0,5 ... 3 s mit GND verbinden: SET, 3 ... 6 s mit GND verbinden: RESET
Schaltausgang 1	8	Error/Limit 1	Open-Collector (NPN), I_{max} = 100 mA, U_{max} = 30 VDC, Unterbrechen der Versorgungsspannung setzt den Kurzschlussschutz zurück
Schaltausgang 2	7	Limit 2	
Sync +/Sync	3/4	Synchronisaton [1]	Symmetrischer Synchron-Ausgang (Master) oder -Eingang (Slave)
Tx +/Tx -	1/2	Serieller Ausgang RS422	Am Empfänger mit 120 Ohm abschließen
Rx +/Rx -	12/11	Serieller Eingang RS422	Intern mit 120 Ohm abgeschlossen

1) Im Triggerbetrieb, siehe Kap. 6.14, wird der Eingang zur Triggerung verwendet.
2) Kundenseitige Parallel-Kapazität von 10 nF am Eingang zur Störunterdrückung empfohlen.

6.5 Menüstruktur, Sensor-Parameter einstellen

Die Sensorparameter können im Einstellmodus mit den Tasten `function/enter` und `select/zero` eingestellt werden.

ⓘ WICHTIG!
Parameter für
- Ausgangstyp („Messwertausgang“)
- Messrate
- Mittelungszahl
- Fehler analog

Die Rückkehr in den Messmodus ohne Speichern erfolgt:
- 15 sec. nach der Betätigung der Taste `function/enter`
- 30 sec. nach der Betätigung der Taste `select/zero`

Messmodus
function enter
Parameter speichern

LED output
Mess□ertausgang
select zero
rot (blinkt)
Stromausgang 4 ... 20 mA
select zero
rot
Spannungsausg. 0 ... 10 VDC
select zero
grün
RS422
select zero
function enter

function enter
LED state blinkt grün

LED spee□
Messrate
select zero
rot (blinkt)
1 2,5 kHz
select zero
rot
1/2 1,25 kHz
select zero
grün
1/4 625 Hz
select zero
gelb
1/8 312,5 Hz
select zero
function enter

function enter

LED a□g
Mittelungszahl N
select zero
rot (blinkt)
1 (Median 3)
select zero
rot
4 (Median 5)
select zero
grün
32 (Median 7)
select zero
gelb
128 (Median 9)
select zero
function enter

function enter

LED state blinkt rot
LED output
Fehler analog
select zero
rot (blinkt)
letzten Wert halten
select zero
rot
3 mA 10,2 VDC
select zero
function enter

A
B
C

WICHTIG!
Parameter für
- Synchronisation
- Mittelungsart
- Betriebsart
- Triggermodus
- Baudrate
- Datenformat

Die Rückkehr in den Messmodus ohne Speichern erfolgt:
- 15 sec. nach der Betätigung der Taste `function/enter`

- 30 sec. nach der Betätigung der Taste `select/zero`

1) Auswahl ist abhängig von der Betriebsart (Synchronisation oder Triggerbetrieb)

6.6 Mittelung

Das optoNCDT 1700 wird ab Werk mit der Voreinstellung „gleitende Mittelung, Mittelungszahl N = 1“, d.h. ohne Mittelwertbildung ausgeliefert.

Im Sensor sind die Mittelungsarten
- Gleitender Mittelwert,
- Rekursiver Mittelwert und
- Median implementiert.

Durch die Mittelwertbildung wird
- die Auflösung verbessert,
- das Ausblenden einzelner Störstellen ermöglicht oder
- das Messergebnis „geglättet“.

Das Linearitätsverhalten wird mit einer Mittelung nicht beeinflusst.

6.6.1 Mittelungszahl N ändern

In jedem Messzyklus (bei einer Messrate von 2,5 kHz alle 0,4 ms) wird der interne Mittelwert neu berechnet. Die Mittelungszahl N gibt an, über wie viele fortlaufende Messwerte im Sensor gemittelt werden soll.

ⓘ WICHTIG!
Der eingestellte Mittelwerttyp und die Mittelungszahl bleiben nach dem Ausschalten erhalten.

Mittelungsart	Mittelungszahl	LED „avg“
gleitend rekursiv Median	1 (keine Mittelung) 1 (keine Mittelung) 3	aus
gleitend rekursiv Median	4 4 5	rot
gleitend rekursiv Median	32 32 7	grün
gleitend rekursiv Median	128 128 9	gelb

Im Einstellmodus lässt sich die Mittelungszahl auf 4 verschiedene vorgegebene Festwerte setzen. Hinweise dazu, siehe Kap. 6.5. Die ausgewählte Mittelungszahl wird auch im Messmodus durch die LED „avg“ signalisiert, siehe Abb. 21.

Die Mittelung hat keinen Einfluss auf die Messrate bzw. Datenrate bei digitaler Messwertausgabe.

Weitere Mittelungszahlen lassen sich über die digitale Schnittstelle programmieren, siehe Kap. 8.5.4.

Abb. 21 Festlegung der Mittelungszahl

Die Mittelung wird für statische Messungen oder sich langsam ändernde Messwerte empfohlen.

6.6.2 Gleitender Mittelwert (Standardeinstellung)

Über die wählbare Anzahl N aufeinanderfolgender Messwerte (Fensterbreite) wird der arithmetische Mittelwert M_{gl} nach folgender Formel gebildet und ausgegeben:

$$M_{gl} = \frac{\sum_{k=1}^{N} MW(k)}{N}$$

MW = Messwert,
N = Mittelungszahl,
k = Laufindex (im Fenster)
M_{gl} = Mittelwert bzw. Ausgabewert

Verfahren:

Jeder neue Messwert wird hinzugenommen, der erste (älteste) Messwert aus der Mittelung (aus dem Fenster) wieder herausgenommen. Dadurch werden kurze Einschwingzeiten bei Messwertsprüngen erzielt.

Beispiel: N = 4

... 0, 1, 2, 2, 1, 3	... 1, 2, 2, 1, 3, 4	Messwerte
$\frac{2, 2, 1, 3}{4} = M_{gl}(n)$	$\frac{2, 1, 3, 4}{4} = M_{gl}(n+1)$	Ausgabewert

Standardwerte für N: Im Sensor sind die Werte N = 1, 4, 32, 128 fest gespeichert. Für weitere zulässige Werte für N, siehe Kap. 8.5.4.

Besonderheiten:

Der gleitende Mittelwert kann im optoNCDT 1700 nur über maximal 128 Werte gebildet werden.

6.6.3 Rekursiver Mittelwert

Formel:

$$M_{rek}(n) = \frac{MW_{(n)} + (N-1) \times M_{rek\,(n-1)}}{N}$$

MW = Messwert,
N = Mittelungszahl,
n = Messwertindex
M_{rek} = Mittelwert bzw. Ausgabewert

Verfahren:

Jeder neue Messwert MW(n) wird gewichtet zur Summe der vorherigen Mittelwerte M_{rek} (n-1) hinzugefügt.

Standardwerte für N: Im Sensor sind die Werte N = 1, 4, 32, 128 fest gespeichert. Für weitere zulässige Werte für N, siehe Kap. 8.5.4 „Mittelung“.

Besonderheiten:

Die rekursive Mittelung erlaubt eine sehr starke Glättung der Messwerte, braucht aber sehr lange Einschwingzeiten bei Messwertsprüngen. Der rekursive Mittelwert zeigt Tiefpassverhalten.

6.6.4 Median

Aus einer vorgewählten Anzahl von Messwerten wird der Median gebildet. Dazu werden die einlaufenden Messwerte (3, 5, 7 oder 9 Messwerte) nach jeder Messung neu sortiert. Der mittlere Wert wird danach als Median ausgegeben. Bei der Bildung des Medians im Controller werden 3, 5, 7 oder 9 Messwerte berücksichtigt, d.h. es gibt keinen Median 1. Damit lassen sich einzelne Störimpulse unterdrücken. Die Glättung der Messwertkurven ist jedoch nicht sehr stark.

Beispiel: Mittelwert aus fünf Messwerten

... 0 1 2 4 5 1 3 → Messwerte sortiert: 1 2 [3] 4 5 Median $_{(n)}$ = 3

... 1 2 4 5 1 3 5 → Messwerte sortiert: 1 3 [4] 5 5 Median $_{(n+1)}$ = 4

6.7 Mastern

ⓘ WICHTIG!
„Mastern“ ist nur im „switch-mode“ und „Mitte setzen“ nur im „error-mode“ möglich, siehe Kap. 6.5.

„Mastern“ oder „Mitte setzen“ erfordert ein Messobjekt im Messbereich.

„Mastern“ beeinflusst den Analog- und Digitalausgang.

Das „Mastern“ dient zum Abgleich der Messwerte am Sensorausgang (Analog / Digital mit einem bekannten Messobjekt (Master)). Damit können Montagetoleranzen beim Sensoraufbau korrigiert werden. Der beim Messen eines „Masterobjektes“ am Sensorausgang ausgegebene Messwert ist der „Masterwert“. Dabei wird die Sensorkennlinie parallel verschoben.

Speichern des Masterwertes im Sensor:

Dieser Masterwert muss vor dem Mastern in den Sensor eingegeben und gespeichert werden. Dafür gibt es zurzeit zwei Möglichkeiten:

1. Im Konfigurationsprogramm „ILD1700 Tool“, siehe Kap. 10.

2. Im Befehl „Set_LIMITS“, siehe Kap. 8.5.7 „Grenzwerte setzen“ als Digitalwert im „Masterwert“. Die Berechnung ist ausführlich beschrieben, siehe Kap. 7.3.

Um den Masterwert auch nach einem Neustart des Sensors wieder zu Verfügung zu haben, kann dieser bei der Aktion „Mastern“ dauerhaft im Sensor gespeichert werden. Details dazu, siehe Kap. 8.5.20 „Freigeben / Sperren des Flashschreibens für Mastern und Mitte setzen“.

Im ILD-Tool kann der Masterwert dauerhaft im Sensor gespeichert werden, wenn bei der Sensorkonfiguration „permanent im Flash“ ausgewählt ist.

Die Kennlinienverschiebung verkleinert den nutzbaren Messbereich des Sensors, je weiter Masterwert und Masterposition voneinander entfernt sind.

Hinweis:

Bei einem neuen Sensor ILD1700 ist der Masterwert auf 0,5 x Messbereich eingestellt. Das Zurücksetzen auf die Werkseinstellungen setzt auch den Masterwert wieder auf 0,5 x Messbereich.

Die Aktion „Mastern“ kann auf drei verschiedene Arten ausgelöst werden:

- Drücken der Taste `Zero/Select` am Sensor. Danach leuchtet die rote LED „Zero“. Beim zweiten Drücken wird wieder in den Ausgangszustand zurückgesetzt.
- Externes Low-Signal am Eingang „Zero“:
  0,5 ... 3 s mit GND verbinden: SET (Mastern),
  3 ... 6 s mit GND verbinden: RESET (Rücksetzen)
- Ab Firmwareversion 6.000 mit dem Befehl „SETZero“, siehe Kap. 8.5.21.
  mit Parameter x = 1 ➪ Setzen ➪;
  mit Parameter x = 0 ➪ Rücksetzen

Ablauf	**„Mastern“**
Betriebsart	switch-mode
Sollwert	Programmierter „Masterwert“
1. Schritt	Messobjekt und Sensor in gewünschte Position zueinander bringen
2. Schritt	Taste `Zero` einmal drücken oder den Eingang „Zero“ 0,5 bis 3 s mit GND verbinden oder Befehl „SetZero“ [1] anwenden.
Ausgangssignale nach „Mastern“	
Anzeige	LED „zero“ leuchtet.
Analogwerte	$U_{out,\,M} = \frac{\text{Masterwert} \cdot 10\ \text{V}}{\text{Messbereich}}$ $I_{out,\,M} = \frac{\text{Masterwert} \cdot 20\ \text{mA}}{\text{Messbereich}}$
Digitalwerte	D_A = Masterwert

Abb. 22 Kennlinienverschiebung durch Mastern

Abb. 23 Ablauf beim Mastern

Beispiel:

Messbereich 50 mm, Spannungsausgang 0 ... 10 V
Masterwert 17 mm, bezogen auf Mitte Messbereich (MBM) = 5 V,
Analogwert beim Mastern: 3,4 V

Nach dem Mastern liefert der Sensor neue Messwerte, bezogen auf den Masterwert. Durch ein Rücksetzen wird wieder der Zustand vor dem Mastern eingestellt.

1) Möglich ab Firmware-Version 6.0

6.8 Mitte setzen

Die Funktion „Mitte setzen“ verschiebt den Analogausgabewert auf den Wert für die Messbereichsmitte, also +5 V beziehungsweise 12 mA.

Die Aktion „Mitte setzen“ kann auf drei verschiedene Arten ausgelöst werden:

- Drücken der Taste `Zero/Select` am Sensor. Danach leuchtet die rote LED „Zero“. Beim zweiten Drücken wird wieder in den Ausgangszustand zurückgesetzt.
- Externes Low-Signal am Eingang „Zero“:
  0,5 ... 3 s mit GND verbinden: SET (Mitte setzen),
  3 ... 6 s mit GND verbinden: RESET (Rücksetzen)
- Ab Firmwareversion 6.000 mit dem Befehl „SETZero“, siehe Kap. 8.5.21
  mit Parameter x = 1 ➩ Setzen ➩;
  mit Parameter x = 0 ➩ Rücksetzen

ⓘ WICHTIG!
„Mastern“ ist nur im „switch-mode“ und „Mitte setzen“ nur im „error-mode“ möglich, siehe Kap. 6.5.

„Mastern“ oder „Mitte setzen“ erfordert ein Messobjekt im Messbereich.

„Mitte setzen“ beeinflusst den Analog- und Digitalausgang [1].

Ablauf	**„Mitte setzen“**
Betriebsart	error-mode
Sollwert	Mitte des Analogbereiches
1. Schritt	Messobjekt und Sensor in gewünschte Position zueinander bringen
2. Schritt	Taste `Zero` einmal drücken oder den Eingang „Zero“ 0,5 bis 3 s mit GND verbinden oder Befehl „SetZero“ [1] anwenden.
Ausgangssignale nach „Mitte setzen“	
Anzeige	LED „zero“ leuchtet.
Analogwerte	U_A = 5 V oder I_A = 12 mA
Digitalwert	D_A = 8184

Abb. 24 Ablauf beim Mitte setzen

1) Möglich ab Firmware-Version 6.0

Beispiel:

Messbereich 50 mm, Spannungsausgang 0 ... 10 V
Mitte setzen erfolgt bei der Position x_m = 10 mm.
„Mitte setzen“ ergibt ein Ausgangssignal von 5 V.

Verbleibender Messbereich beziehungsweise Ausgabebereich:

x_{max} = 35 mm

Out_{min} = 3 V beziehungsweise 8,8 mA

Nach dem Mitte setzen liefert der Sensor neue Messwerte, bezogen auf den Mittenwert.

Durch Rücksetzen wird wieder der Zustand vor dem Mitte setzen eingestellt.

Mitte setzen (nur Error-Mode): keine Grenzwertüberwachung

Die Kennlinienverschiebung verkleinert den nutzbaren Messbereich des Sensors.

Abb. 25 Kennlinienverschiebung durch Mitte setzen

6.9 Messrate und Ausgaberate

Die Messrate definiert, wie viele Messungen pro Sekunde vom Sensor ausgeführt werden sollen. Die Messrate kann 2,5 kHz, 1,25 kHz, 625 Hz oder 312,5 Hz betragen. Details für das Ändern der Messrate, siehe Kap. 6.5.

Die Ausgaberate gibt die tatsächliche Anzahl an Messwerten am Sensorausgang je Sekunde wieder. Sie kann maximal so groß wie die Messrate sein.

ⓘ WICHTIG!
Synchronisierte Sensoren müssen auf gleiche Messrate eingestellt sein.

Mögliche Werte für die Ausgaberate, siehe Kap. 15.1.

Ausgang	Maximale Ausgaberate
Strom	Messrate
Spannung	Messrate
RS422	Ausgaberate ≤ Messrate; Bestimmt durch Übertragungsrate (Baudrate) und Datenformat (ASCII-Code).

Der Sensor misst intern weiter, wartet aber so lange mit der Ausgabe, bis der letzte Messwert komplett ausgegeben ist. Der nächste Messwert ist der letzte gültige Wert, dazwischen liegende Werte gehen verloren.

Abb. 26 Ausgaberaten für die Ausgangstypen

Berechnung der Ausgaberate unter Verwendung der seriellen Schnittstelle RS422:

Ausgaberate = Messrate / n

n = int (b * 11 * MR / BR) + 1

Verwendete Kurzzeichen:
n = Teilfaktor
int = ganzzahliger Teil von ( )
b = Byte/Messwert (Binärformat b=2, ASCII b=6)
MR = Messrate [Hz]
BR = Baudrate [Baud]

Eine Zusammenfassung der Werte, siehe Kap. 15.1.

Empfehlung:
- Verwenden Sie eine hohe Messrate bei hellen und matten Messobjekten,
- Verwenden Sie eine niedrige Messrate bei dunklen oder glänzenden Messobjekten (z.B. schwarz lackierte Flächen), um das Messergebnis zu verbessern.

Beispiel:
Messrate = 1250 Hz, ASCII-Format (b=6), Baudrate = 19200 Baud
--> n = int (4,3) + 1 = 5
--> Ausgaberate = 1,25 kHz / 5 = 250 Hz.

6.10 Betriebsart

6.10.1 Error-Mode (Fehlerüberwachung)

Im Error-Mode wird der Schaltausgang 1 als Fehlerausgang genutzt. Der Schaltausgang 2 bleibt inaktiv. Die Programmierung des Error-Modes ist sowohl über die Tastatur als auch über die Programmierschnittstelle möglich.

Der Error-Ausgang wird aktiviert (leitend gegen GND), wenn

- das Messobjekt außerhalb des Messbereiches liegt, siehe Abb. 27,
- kein Messobjekt vorhanden ist oder
- ein ungeeignetes Messobjekt (zu dunkel, metallisch poliert, zu wenig reflektierend) verwendet wird.

Bei transparenten Messobjekten, in die das Laserlicht eindringen kann, wird der Laserpunkt oft unzulässig vergrößert; mit einer Messunsicherheit ist zu rechnen. Der Fehlerausgang wird aktiviert.

Abb. 27 Signalverlauf der Schaltausgänge in der Betriebsart „Sync error“ und „Trigger error“

6.10.2 Switch-Mode (Grenzwertüberwachung)

Im Switch-Mode werden beide Schaltausgänge als Grenzwertschalter verwendet, siehe Abb. 28, siehe Abb. 24. Die Programmierung der einzelnen Schwellwerte ist über die digitale Programmierschnittstelle möglich, siehe Kap. 8.5.7, siehe Kap. 8.5.8.

Error-Mode: nur Mitte setzen, keine Grenzwertüberwachung

Switch-Mode: nur Mastern, Grenzwertüberwachung

> ⓘ WICHTIG!
> Die Grenzwertüberwachung erfolgt nach der Mittelung.

Es werden die folgenden 4 Werte genutzt:
- oberer Grenzwert (OG),
- unterer Grenzwert (UG),
- oberer Hysteresewert (OH),
- unterer Hysteresewert (UH).

Beim Überschreiten des oberen Grenzwertes wird der zugeordnete Schaltausgang 1 aktiviert (leitend), bei der nachfolgenden Unterschreitung des oberen Hysteresewertes wieder deaktiviert. Analoges gilt für das Unterschreiten des unteren Grenzwertes und Schaltausgang 2, siehe Abb. 28.

Standardeinstellung

Oberer Grenzwert (OG):
101 % d.M. / Messwert digital: 16365
Oberer Hysteresewert (OH):
100 % d.M. / Messwert digital: 16207
Unterer Hysteresewert (UH):
0 % d.M. / Messwert digital: 161
Unterer Grenzwert UG):
-1 % d.M. / Messwert digital: 0

Im Switch-Mode werden beide Schaltausgänge aktiviert, wenn
- das Messobjekt außerhalb des Messbereiches liegt, siehe Abb. 28,
- kein Messobjekt vorhanden ist oder
- ein ungeeignetes Messobjekt (zu dunkel, metallisch poliert, zu wenig reflektierend) verwendet wird.

Abb. 28 Signalverlauf der Schaltausgänge in der Betriebsart „Sync switch“ und „Trigger switch“

6.10.3 Ausgangsschaltung der Schaltausgänge

Warnung!
Relais nie ohne Freilaufdiode anschließen! Zerstörung des Schaltausganges möglich.

Abb. 29 Schaltausgang, Beispiele für externe Beschaltung mit Pull-Up-Widerstand oder Relais mit Freilaufdiode

Im aktiven Zustand ist der Transistor T leitend. Die Schaltausgänge sind kurzschlussfest.
Rücksetzen des Kurzschlussschutzes:
- Externen Kurzschluss beseitigen,
- Sensor ausschalten und wieder einschalten oder
- Softwarebefehl „Reset“ an Sensor senden.

Die beiden Limit-Ausgänge (Pin 7 u. 8) dürfen auch als Fensterdiskriminator (Gut-Schlecht-Trennung) parallel geschaltet werden.

6.11 Synchronisation von Sensoren

Werden zwei Sensoren am gleichen Messobjekt betrieben, können sie untereinander synchronisiert werden. Das opto NCDT1700 unterscheidet zwei Synchronisationsarten, siehe Abb. 30.

WICHTIG!
Die Synchronisation setzt beim Master- und Slave-Sensor die gleiche Messrate voraus.

Typ		Anwendung
Gleichzeitige Synchronisation	Beide Sensoren messen im gleichen Takt.	Differenzmesungen (Dicke, Höhendifferenz) an undurchsichtigen Messobjekten. Dafür ist Sensor 1 als „Master“ und Sensor 2 als „Slave“ zu programmieren.
Alternierende Synchronisation	Beide Sensoren messen abwechselnd	Dickenmessung an durchscheinenden Objekten oder Differenzmessung an eng nebeneinander liegenden Messstellen. Die alternierende Synchronisation erzwingt wechselseitiges Ein-und Ausschalten der Laser, damit sich die beiden Sensoren nicht gegenseitig optisch stören.

Abb. 30 Eigenschaften und Anwendungen der Synchronisationstypen

i WICHTIG!
Den Slave-Sensor möglichst nicht unsynchronisiert betreiben!

! WARNUNG!
Die Synchronanschlüsse dürfen auch nicht kurzzeitig mit der Betriebsspannung und / oder GND verbunden sein. Zerstörungsgefahr durch Überlastung!

1) Die Systemmassen (GND, Pin 6, schwarz) beider Sensoren sind miteinander zu verbinden, falls die Sensoren nicht von der gleichen Spannungsquelle versorgt werden.

Für die alternierende Synchronisation ist der Master-Sensor in der Synchronisationsbetriebsart „Master alternierend“, siehe Kap. 6.5, zu betreiben. Die Messrate ändert sich nicht, aber die Ausgaberate wird in diesem Betrieb auf die Hälfte reduziert. Ein unsynchronisierter Slave schaltet den Laser ab, liefert ein entsprechendes Fehlersignal.

Pin 3, blau
Pin 4, rosa
Pin 6, schwarz [1]

Für die Synchronisation sind miteinander verdrillte Leitungen im Kabel zu verwenden. Die Anschlüsse gleicher Polarität (Sync+ und Sync-) sind miteinander zu verbinden.

Zwischen Pin 3 und 4 ist im optoNCDT1700 ein Abschlusswiderstand zur Leitungsanpassung fest eingebaut, siehe Abb. 31.

Abb. 31 Synchronisation zweier optoNCDT1700

Synchronisation mit externer Signalquelle

Wird der Sensor mit einer externen Signalquelle synchronisiert, müssen die Pegel der Signalquelle den LVDS-Spezifikationen entsprechend den Hinweisen, siehe 6.14.3.

Die Synchronisationsfrequenz ist mit einer Toleranz von ±1 % der Messfrequenz (Messrate) einzuhalten. Die Triggerung ist nur mit einer entsprechenden Hardware, z.B. der optional erhältlichen triggerBOX1700, möglich.

6.12 Belichtungszeit

Bei einer maximalen Messrate von 2,5 kHz wird das CCD-Element 2500 mal pro Sekunde belichtet. Damit ist eine maximale Belichtungszeit (Leuchtzeit des Lasers) von 0,4 ms bei dieser Messrate vorgegeben. Je niedriger die Messrate, umso länger ist auch die maximale Belichtungszeit.

Die Echtzeitregelung des Sensors verkürzt die Belichtungszeit in Abhängigkeit von der auf dem CCD-Element ankommenden Lichtmenge und regelt damit Reflexionsänderungen, z.B. durch Aufdrucke auf der Messobjektoberfläche, aus.

6.13 Zeitverhalten, Messwertfluss

Der Sensor benötigt zum Messen und Verarbeiten mehrere Zyklen:

1. Belichten: Sammeln des ankommenden Lichtes im Empfänger (Messen),
2. Einlesen: Umwandlung und Speicherung der Lichtsignale als digitale Werte,
3. Berechnen (Computing),
4. Controlling.

Die Ausgabe über die analoge und digitale Schnittstelle startet bei Beginn des nächsten Zyklus. Der Analogwert und der Schaltausgang wird dabei sofort aktualisiert oder die digitale Ausgabe beginnt mit dem Startbit.

Die Zykluszeit beträgt 400 µs bei einer Messrate von 2,5 kHz (Speed = 1). Je nach Lage des Ereignisses innerhalb der Belichtungszeit, steht der gemessene Wert N nach maximal vier Zyklen am Ausgang bereit. Die Verzögerungszeit zwischen Eingangsreaktion und Ausgangssignal beträgt demnach 1,2 bis 1,6 ms. Da die Abarbeitung der Zyklen zeitsequentiell und raumparallel (Ebenen, siehe Abb. 32) erfolgt, liegt aber nach weiteren 400 µs schon der nächste Messwert (N+1) am Ausgang an.

Zyklus	1.	2.	3.	4.	5.
Zeit	400 µs	800 µs	1200 µs	1600 µs	2000 µs
1. Ebene	Belichten N (Ausgabe N-4)	Einlesen N	Berechnen N	Controlling N	Belichten N+4 (Ausgabe N)
2. Ebene	Controlling N-3	Belichten N+1 (Ausgabe N-3)	Einlesen N+1	Berechnen N+1	Controlling N+1
3. Ebene	Berechnen N-2	Controlling N-2	Belichten N+2 (Ausgabe N-2)	Einlesen N+2	Berechnen N+2
4. Ebene	Einlesen N-1	Berechnen N-1	Controlling N-1	Belichten N+3 (Ausgabe N-1)	Einlesen N+3

Abb. 32 Zeitverhalten Sensor

Messwert
als Rohwert

Test

Median
1, 3, 5, 7

Mittelwert
gleitend

Mittelwert
rekursiv

Messmodus
Trigger oder
kontinuierlich

Berechnung
Analog (mit Offset / Faktor),
Digital- und Grenzwerte

Master

Grenzwerte
Grenzwertausgänge

Ausgabe
Analog, Digitalwerte

Trigger

Abb. 33 Messwertfluss beim ILD 1700

6.14 Triggerung

6.14.1 Grundsätzliches

ⓘ WICHTIG!
Die Triggerung ist nur mit entsprechender Hardware, z.B. der optional erhältlichen triggerBOX1700, möglich.

Die Messwertausgabe am optoNCDT 1700 ist durch ein externes Triggersignal (elektrisches Signal oder Kommando) steuerbar. Dabei wird nur die analoge oder digitale Ausgabe beeinflusst. Die Triggerung hat keine Auswirkung auf die vorgewählte Messrate bzw. das Zeitverhalten, siehe Kap. 6.13, so dass zwischen dem Triggerereignis (Pegeländerung) und der Ausgangsreaktion immer 4 Zyklen liegen.

Als externer Triggereingang wird der Synchroneingang benutzt. Damit können die Sensoren wahlweise **synchronisiert** oder **getriggert** werden. Der Wechsel von Synchronisation (Werkseinstellung) auf Triggerung geschieht entweder mit der Tastatur im Menüpunkt „Betriebsart“, siehe Kap. 6.5, oder über den Befehl SET_ERROROUTPUT, siehe Kap. 8.5.9.

6.14.2 Triggerart

ⓘ WICHTIG!
Die Grenzwertüberwachung ist nur in der Betriebsart „Trigger Switch Mode“ aktiviert.

Die Messwertausgabe im Triggerbetrieb kann sowohl über die **Flanke** als auch über den **Pegel** des Triggersignals gesteuert werden. Als Triggerbedingungen sind implementiert:

- Steigende Flanke (Flanke positiv),
- Fallende Flanke (Flanke negativ),
- Pegel high (Pegel H) oder
- Pegel low (Pegel L).

Die Triggerbedingungen (Flanke oder Pegel) können Sie über die Tastatur, siehe Kap. 6.5, „Synchronisation“ oder den Befehl SET_TRIGGERMODE, siehe Kap. 8.5.13, vorgeben.

Flankentriggerung

Nach der Triggerflanke wird der Analogausgang aktualisiert oder falls Digitalausgabe ausgewählt ist, nur ein digitaler Messwert über die RS422-Schnittstelle ausgegeben, siehe Abb. 34. Dazwischen wird der Analogausgang festgehalten („Sample and hold“), siehe Abb. 35.

Abb. 34 Triggerflanke LH (oben) und Digitalausgangssignal (unten)

Pegeltriggerung

(„Torung“): Es werden so lange Messwerte ausgegeben, wie die Triggerbedingung erfüllt ist.

Der Befehl GET_MEASVALUE, siehe Kap. 8.5.19, liefert die gewünschte Anzahl an digitalen Messwerten, die im zugehörigen Parameter des Befehls zu definieren sind („Polling“). Die digitalen Messwerte können auch im Triggerbetrieb als Binärwert, siehe Kap. 8.2.1 oder ASCII-Zeichenfolge, siehe Kap. 8.2.2, ausgegeben werden.

Abb. 35 Triggerpegel High (oben) und Analogausgangssignal (unten)

Abb. 36 Triggerpegel Low (oben) und Digitalausgangssignal (unten)

6.14.3 Triggersignalpegel

Zum externen Triggern des optoNCDT1700 werden die Eingänge (Trig+, Trig-;, siehe Abb. 40) benutzt. Die erforderlichen Signalpegel entsprechen der LVDS-Spezifikation (Low Voltage Differential Signals), so dass zur Ansteuerung nur LVDS-Treiberschaltkreise mit 3,3 V Betriebsspannung verwendet werden.

Die Differenz zwischen beiden Eingangssignalen Trig+ (Pin 3) und Trig- (Pin 4) muss betragsmäßig größer als 100 mV sein, wobei jedes einzelne Signal im Bereich zwischen 0 V und +2,9 V, bezogen auf GND, liegen darf. Ist die Spannung an Trig + größer als an Trig - dann wird vom Sensor ein H-Pegel erkannt, siehe Abb. 37.

Zwischen Pin 3 und 4 ist im optoNCDT1700 ein Abschlusswiderstand zur Leitungsanpassung fest eingebaut, siehe Abb. 38.

Abb. 37 Zeitverhalten Triggersignal

6.14.4 Triggerimpulswerte

t_I Impulsdauer
t_P Impulspause
t_A Impulsabstand
U_I Eingangssignalpegel

Die Triggerimpulsdauer t_i muss mindestens eine Zykluszeit (= 1 / Messrate) betragen. Bei kleineren Messraten muss also auch die Triggerimpulsdauer verlängert werden (z.B. von t_i = 400 µs bei speed=1 auf t_i = 3,2 ms bei speed= 1/8).

ⓘ WICHTIG!
Ein Überschreiten der maximalen Triggerfrequenz führt zu Messunsicherheiten, sichtbar an der blinkenden „zero"-LED und dem Error-Ausgang (falls Betriebsart Trigger/Error gewählt).

ⓘ WICHTIG!
Die Triggerung ist nur mit entsprechender Hardware, z.B. die optional erhältliche triggerBOX1700, möglich.

ⓘ WICHTIG!
Die Bezugsmasse der Triggersignalquelle ist immer mit der Systemmasse (Anschluss GND, Pin 6) am Sensor zu verbinden, noch bevor Triggersignale anliegen.

Flankentriggerung

Der Impulsabstand t_A zwischen 2 Triggerimpulsen (bzw. -flanken) muss mindestens 4 Messzyklen betragen. Dann ist der getriggerte Messwert ausgegeben, bevor eine neue Triggerflanke kommt. Daraus folgt eine maximale Triggerfrequenz von 625 Hz für die Messrate von 2,5 kHz.

Pegeltriggerung

Nach dem Wechsel des Triggerpegels müssen alle Messwerte abgewartet werden, bevor ein neuer Triggerpegel erkannt wird. Dafür wird eine Impulspause t_P von 4 Zyklen benötigt. Der minimale Impulsabstand t_A beträgt deshalb 5 Zyklen ($t_A = t_I + t_P$), siehe Abb. 39. Daraus folgt eine maximale Triggerfrequenz von 500 Hz für eine Messrate von 2,5 kHz.

optoNCDT1700
3
4
6
Trigger-quelle
U_I
GND

Abb. 38 Beschaltung für Triggerung

Triggerart	Flankentriggerung	Pegeltriggerung
Impulsdauer t_I	1 Zyklus = 400 µs	1 Zyklus = 400 µs
Impulspause t_P	3 Zyklen = 1,2 ms	4 Zyklen = 1,6 ms
Impulsabstand t_A	4 Zyklen = 1,6 ms	5 Zyklen = 2,0 ms
Triggerfrequenz f_T	$f_T = f_M / 4 = 625$ Hz	$f_T = f_M / 5 = 500$ Hz

f_M = Messrate

Abb. 39 Minimale Impulswerte und maximale Triggerfrequenz für Speed = 1

6.14.5 Pinbelegung für externes Triggersignal

Pin	Eingang	Bemerkung	Adernfarbe im Sensorkabel PC1700-x
3 4	Trigger+ Trigger -	Differenz-eingang	blau rosa
6	GND	Systemmasse	schwarz

3
4
6

Ansicht:
Lötseite Kabelstecker, Isolierkörper

Abb. 40 Pinbelegung für externes Triggersignal

7. Messwertausgabe

Ein Keramikkondensator von 10 nF zwischen Analogausgang und AGND am Auswertegerät verringert hochfrequente Störungen.

Das optoNCDT1700 gibt die Messwerte wahlweise über den Analogausgang oder die serielle Schnittstelle RS422 aus. Beide Ausgangstypen können nicht gleichzeitig verwendet werden. Der Analogausgang kann als Stromausgang oder Spannungsausgang programmiert werden.

7.1 Spannungsausgang

Ausgabebereich für Messwertspannungen	-0,1 V ... +10,1 V
Ausgangshub $\triangle U_{OUT}$	10,0 V = 100 % Messbereich
Fehlerwert:	10,2 V (±10 mV)

Berechnung eines Messwerts x in mm aus analoger Spannung:

$$x\,[mm] = U_{OUT} * \frac{MB\,[mm]}{10{,}0\,[V]}$$

Bezugswert: Messbereichsanfang

$$x\,[mm] = U_{OUT} * \frac{MB\,[mm]}{10{,}0\,[V]} - MB/2$$

Bezugswert: Messbereichsmitte

Beispiel: Messbereich = 10 mm, U_{OUT} = 4,6 V; Ergebnis: x = 4,6 mm bzw. x = -0,4 mm

MBA = Messbereichsanfang

MBM = Messbereichsmitte

MBE = Messbereichsende

Abb. 41 Signalverhalten Spannungsausgang

7.2 Stromausgang

max. Ausgabebereich	4 mA ... 20 mA
Ausgangshub $\triangle I_{OUT}$	16 mA = 100 % Messbereich
Fehlerwert:	3 mA (±10 µA)

Berechnung eines Messwerts x in mm aus analogem Strom

Bezugswert Messbereichsanfang:

$$x\,[mm] = (I_{OUT} - 4\,mA) * \frac{MB\,[mm]}{16\,[mA]}$$

Bezugswert Messbereichsmitte:

$$x\,[mm] = (I_{OUT} - 4\,mA) * \frac{MB\,[mm]}{16\,[mA]} - MB/2$$

Beispiel: Messbereich = 10 mm, I_{OUT} = 12 mA; Ergebnis: x = 5 mm bzw. x = 0 mm

7.3 Digitalausgang

Die digitalen Messwerte werden als vorzeichenlose Digitalwerte (Rohwerte) ausgegeben.

Digitalwert	Verwendung
0 ... 16367	Wertebereich
0 ... 160	MBA-Reserve (1 %)
161 ... 16207	Messbereich

Digitalwert	Verwendung
16208 ... 16367	MBE-Reserve (1 %)
16370 ... 16383	Fehlercodes

Berechnung eines Messwertes in mm aus digitaler Ausgabe

Bezugswert Messbereichsanfang:

$$x\,[mm] = (digital_{OUT} * \frac{1{,}02}{16368} - 0{,}01) * MB\,[mm]$$

Bezugswert Messbereichsmitte:

$$x\,[mm] = (digital_{OUT} * \frac{1{,}02}{16368} - 0{,}51) * MB\,[mm]$$

Beispiele: MB =10 mm, Bezugswert = Messbereichsanfang

Digitalwert	Umrechnung			Messwert	
8184	(8184	* 6,23167e-5 - 0,01)	* 10 mm	= 5 mm	(=MBM)
10261	(10261	* 6,23167e-5 - 0,01)	* 10 mm	= 6,294 mm	
161	(161	* 6,23167e-5 - 0,01)	* 10 mm	= 0 mm	(=MBA)

Anmerkung: Ein Digitalwert kann aus einem Messwert (Millimeter) wie folgt berechnet werden:

$$\text{digital}_{\text{OUT}} = \left[\frac{x\,[\text{mm}]}{\text{MB}\,[\text{mm}]} + 0{,}01\right] * \frac{16368}{1{,}02}$$

Diese Formel kann zum Beispiel bei der Programmierung von Schaltschwellen, siehe Kap. 8.5.7, verwendet werden.

7.4 Digitale Fehlercodes

Digitale Fehlercodes werden wie Messwerte ausgegeben.
Wertebereich für Fehlercodes:
16370 ... 16383 ($\text{digital}_{\text{OUT}}$)

F1 bad objekt	16370	kein Objekt erkennbar
F2 out of range -	16372	zu nah am Sensor
F3 out of range +	16374	zu weit vom Sensor
F4 poor target	16376	Objekt nicht auswertbar
F5 Laser off	16378	extern Laser aus
	16380	Sensor im Trigger-Mode Trigger-Pulse kommen zu schnell.

8. Serielle Schnittstelle RS422

PC1700-x/IF2008

IF2008 PC

Abb. 42 Systemaufbau zum Betrieb der Interfacekarte IF2008

	Pin	Signal	Signal	Pin	
Sensor 1 14-pol. ODU-Stecker	5	24 V	24 V Versorgung [1]	10	IF2008, X1 und X2, 15-pol. Sub-D
	12	Rx + (Eingang)	Sensor 1/3 TxD+	2	
	11	Rx - (Eingang)	Sensor 1/3 TxD -	1	
	1	Tx + (Ausgang)	Sensor 1/3 RxD+	4	
	2	Tx - (Ausgang)	Sensor 1/3 RxD -	3	
	3	Sync +	TRG +	6	
	4	Sync -	TRG -	7	
	6	GND	GND	15	
Bei Verwendung von 3 Sensoren ist das optional erhältliche Y-Adapterkabel IF2008-Y zu verwenden.					
Sensor 2 14-pol. ODU-Stecker	5	24 V	24 V Versorgung [1]	10	
	12	Rx +	Sensor 2/4 TxD+	12	
	11	Rx -	Sensor 2/4 TxD -	11	
	1	Tx +	Sensor 2/4 RxD+	14	
	2	Tx -	Sensor 2/4 RxD -	13	
	3	Sync +	TRG +	6	
	4	Sync -	TRG -	7	
	6	GND	GND	15	

Notwendige Hard- und Software

- IF2008
  Interfacekarte RS422, für 1 bis 4 laseroptische Sensoren der Serie ILD1700 plus 2 Encoder, inkl. Programmierschnittstelle MEDAQlib

- PC1700-x/IF2008
  Versorgungs-und Ausgangskabel, Länge x = 3, 6 oder 8 m.

Alternativ kann ein Datenaustausch mit der Demo-Software (ILD1700 Tool) und einem Umsetzer RS422 auf USB erfolgen, siehe Kap. 10..

Abb. 43 Pin-Belegung für zwei PC1700-x/IF2008 und IF2008

1) Für die Versorgung der angeschlossenen Sensoren und Encoder, Ausgangsstrom max. 1,25 A

8.1 Schnittstellenparameter

Das optoNCDT1700 ist mit einer seriellen Schnittstelle RS422 ausgerüstet, um den Sensor von einem gewöhnlichen PC aus bedienen zu können und Messwerte sowie Fehlercodes zu übertragen.

Datenformat: 8 Datenbits, keine Parität, ein Stopbit (8,N,1)

Die Baudrate ist im Auslieferungszustand auf 115,2 kBaud eingestellt, kann aber auf andere Werte programmiert werden, siehe Kap. 6.5. Die Messrate beträgt maximal 2,5 kHz.

8.2 Datenformat für Messwerte und Fehlercodes

8.2.1 Binärformat

Das Datenwort setzt sich aus zwei aufeinanderfolgenden Bytes (H-Byte / L-Byte) zusammen. Ein Kennbit in jedem Byte unterscheidet ein High- von einem Low-Byte.

Start	1	7 Bit MSB	Stop	Start	0	7 Bit LSB	Stop

Konvertierung des binären Datenformates:
Bei der Konvertierung müssen High- und Low-Byte anhand der ersten Bits (Kennbit) erkannt, die Kennbits entfernt und die restlichen 2 x 7 Bit wieder zu einem 14-Bit Datenwort zusammengefasst werden.

Empfang:

H-Byte	1	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7
L-Byte	0	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

Ergebnis der Konvertierung:

0	0	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

Die Konvertierung muss im Anwenderprogramm erfolgen.

Beispiel:
Digitalwert: 2099 (= 0x0833 = 0b0010 000 0110011) 14 Bit

Binärformat

H-Byte:	übertragen 0x90 (0b10010000)	mit Kennbit	8 Bit
	-> konvertiert 0x10 (0b0010000)	ohne Kennbit	7 Bit
L-Byte:	übertragen 0x33 (0b00110011)	mit Kennbit	8 Bit
	-> konvertiert 0x33 (0b110011)	ohne Kennbit	7 Bit

Kennbits entfernt und zusammengefügt: 0x833

8.2.2 ASCII-Format

Ausgabe von 5 Zeichen (Ziffern) im ASCII-Code für Digitalwert + 1 Trennzeichen „CR“ (= 0x0D), also insgesamt 6 Zeichen. Bei Digitalwerten mit nur 3 oder 4 Ziffern werden Leerzeichen vorangesetzt.

Beispiel: Digitalwert 2099
Übertragen: „_2099“ (1 Leerzeichen voran) „CR“

ASCII-Code (Hex.)	0x20	0x32	0x30	0x39	0x39	0x0D
Zeichen	SP	2	0	9	9	CR

Hinweise:
ASCII-Zeichen können mit einem Terminalprogramm einfach angezeigt werden.

Die Ausgaberate im ASCII-Format wird automatisch durch ein Überspringen einzelner Messwerte reduziert, siehe Kap. 6.9.

8.3 Aufbau der Kommandodaten

Die Kommandos für den Sensor bestehen aus Kommandodaten, die in beide Richtungen ausgetauscht werden. Jedes Kommandodatenpaket besteht aus einem ganzzahligen Vielfachen von 32-Bit-Wörtern, siehe Abb. 44.

	31	24	23	16	15	8	7	0
1	Startwort							
2	Kennung (ID)							
3	Kommandocode (16 Bit)				Paketlänge (16 Bit)			
4	Daten 1							
5	...							
6	Daten (n)							

Inhalt	
Startwort	Kommandokopf (2 Wörter)
Sensorkennung, z.B. „ILD1“	
Kommandocode	Anzahl Datenwörter n+2
1. Datenwort (4 Bytes)	
...	
n. Datenwort (4 Bytes)	

Abb. 44 Aufbau eines Kommandodatenpakets

ⓘ WICHTIG!
Auch während der Kommunikation mit dem Sensor liefert dieser ständig Messwerte am Analogausgang.

Da die meisten seriellen Schnittstellen ein 8-Bit-Datenformat nutzen, werden 4 aufeinanderfolgende Bytes zu einem 32-Bit-Wort kombiniert. Jedes Kommandodatenpaket besitzt einen Kopf aus zwei 32-Bit-Wörtern, gefolgt vom Kommando und evtl. weiteren Daten (wenn erforderlich). Im gesendeten Kommando sind die beiden oberen Bits (Nr. 31 und 30) immer auf „0“ gesetzt.

Beispiel:
Befehl **SET_AVX**. Setzt die Mittelungszahl N bei gleitendem und rekursiven Mittelwert.
Kommandocode: 0x2075
Mittelungszahl: N = 1024, damit ist $X = \log_2 1024 = 10$ (= 0xA)
Datenwort: n = 1
Paketlänge: 3

Weitere Informationen zu diesem Befehl, siehe Kap. 8.5.4.

Sendeformat:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex	Inhalt	
„+“		„+“		„+“		0x0d („CR“)		0x2B2B2B0D	Kommandostartwort	
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431	Kennung ID „ILD1“	
0x20		0x75		0x00		0x03		0x20750003	Kommando (0x2075) 2 obere Bits = 0	Paketlänge = 3
0x00		0x00		0x00		0x0A		0x0000000A	Datenwort 1 (X = 0xA)	

8.4 Kommandoantwort

8.4.1 Fehlerfreie Kommunikation

Bei der Antwort des Sensors auf ein Kommando wird kein Kommandostartwort gesendet. Das 1. Wort ist dann die Kennung. Bei fehlerfreier Kommunikation folgt als 2. Wort das Kommando mit gesetztem MSB (Bit 31 = 1, entsprechend einer „OR“-Verknüpfung des Kommandos mit 0x8000) und die neue Paketlänge. Bei längeren Antworten (z.B. GET_INFO) ist die Paketlänge entsprechend der Anzahl zu übertragender Datenworte größer. Den Abschluss der Antwort bildet ein festes 32-Bit-Abschlusswort 0x20200D0A. Das Abschlusswort ist kein Datenwort.

Beispiel: Sensorantwort (ohne Fehler) auf den Befehl SET_AVX.

31	24	23	16	15	8	7	0	hex	Inhalt	
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431	Kennung ID „ILD1“	
0xA0		0x75		0x00		0x02		0xA0750002	0x2075 OR 0x8000 oberstes Bit = 1	Paketlänge (2)
0x20		0x20		0x0D		0x0A		0x20200D0A	Abschlusswort	

Warten Sie erst die Sensorantwort ab, bevor Sie einen neuen Befehl an den Sensor schicken.

8.4.2 Kommunikation mit Fehler

Entdeckt der Sensor einen Fehler bei der Kommandoausführung, wird das zweithöchste Bit (Bit 30) des 2. Wortes ebenfalls gesetzt (das Kommando wird mit 0xC000 „OR"-verknüpft). Zusätzlich wird ein Kommandofehlercode als Datenwort übertragen, siehe Abb. 45. Die resultierende Paketlänge beträgt jetzt 3 Datenworte. Den Abschluss der Antwort bildet ein 32-Bit-Wort 0x20200D0A (2 Leerzeichen + CR + LF).

Fehler-Code X	Bezeichnung
1	Kommando unbekannt
2	Wert für Parameter falsch
3	Parameter ungültig
4	Time out
5	Befehl nicht erfolgreich ausgeführt
6	Warnung bei Mittelwerttyp und Mittelungszahl [1]

Abb. 45 Kommandofehlercode

Beispiel: Sensor ist auf die Mittelungsart „Median" programmiert. Das Kommando SET_AVX ist in dieser Mittelungsart nicht möglich und führt zu nachfolgender Antwort.

<table>
<tr><td>31</td><td>24</td><td>23</td><td>16</td><td>15</td><td>8</td><td>7</td><td>0</td><td>hex</td><td colspan="2">Inhalt</td></tr>
<tr><td colspan="2">„I"</td><td colspan="2">„L"</td><td colspan="2">„D"</td><td colspan="2">„1"</td><td>0x494C4431</td><td colspan="2">Kennung ID „ILD1"</td></tr>
<tr><td colspan="2">0xE0</td><td colspan="2">0x73</td><td colspan="2">0x00</td><td colspan="2">0x03</td><td>0xE0730003</td><td>0x2075 OR 0xC000
(2 obere Bits = 1</td><td>Paketlänge = 3</td></tr>
<tr><td colspan="2">0x00</td><td colspan="2">0x00</td><td colspan="2">0x00</td><td colspan="2">0x05</td><td>0x00000005</td><td colspan="2">Kommandofehlercode: 5
„Befehl nicht erfolgreich ausgeführt"</td></tr>
<tr><td colspan="2">0x20</td><td colspan="2">0x20</td><td colspan="2">0x0D</td><td colspan="2">0x0A</td><td>0x20200D0A</td><td colspan="2">Abschlusswort</td></tr>
</table>

Auch während der Kommunikation mit dem Sensor liefert dieser ständig Messwerte am Analogausgang. Die Messwertausgabe an der digitalen Schnittstelle wird dagegen kurzzeitig unterbrochen.

1) , siehe Kap. 8.5.5

WICHTIG!
Warten Sie erst die Sensorantwort ab, bevor Sie einen neuen Befehl an den Sensor schicken.

8.5 Kommandos

8.5.1 Übersicht

Informationskommandos		
0x20490002	GET_INFO	zeigt Sensordaten
0x204A0002	GET_SETTINGS	zeigt Sensoreinstellungen
Mittelung		
0x20700002 0x20710002 0x20720002 0x20730002 0x20750003	SET_AV0 SET_ AV1 SET_ AV2 SET_ AV3 SET_ AVX	setzt Average 0 = 1 (Median 3) setzt Average 1 = 4 (Median 5) setzt Average 2 = 32 (Median 7) setzt Average 3 = 128 (Median 9) Average X = $\log_2$ (MW)
0x207D0003	SET_AV_T	Wählt den Mittelwerttyp
Messwertausgabe		
0x20770002	DAT_OUT_ON	Permanente Messwertausgabe
0x20760002	DAT_OUT_OFF	Messwertausgabe anhalten
0x202C0003	GET_MEASVALUE	Bestimmte Anzahl von Messwerten ausgeben (Polling)
Fixpunkte und Grenzwerte		
0x207E0007	SET_LIMITS	setzt Grenzwerte, Hysterese und Master
0x20830002	SET_UPPERLIMIT_F1	Zuordnung OG -> Limit 1
0x20840002	SET_LOWERLIMIT_F1	Zuordnung UGt -> Limit 1
Fehler-und Messwertausgänge umstellen		
0x20950003	SET_ERROROUTPUT	Error und Switchmode für Synchronisation bzw. Triggerung
0x20900003	SET_OUTPUTTYP	Messwertausgabe: Strom, Spannung, RS422
Geschwindigkeit		
0x20850003	SET_SPEED	Messrate: 2,5 kHz; 1,25 kHz; 625 Hz; 312,5 Hz
0x20800003	SET_BAUDRATE	Baudrate: 115,2/ 57,6/19,2/9,6 kBaud

Fehlerausgabe (Analogausgang)		
0x20810003	SET_ERRORHANDLER	Bei Fehler: letzten gültigen Messwert halten / nicht halten
Synchronmode, Triggermode		
0x20820003	SET_SYNCMODE SET_TRIGGERMODE	Master / Slave, ein, aus, alternierend; Triggerung
Laserabschaltung (extern)		
0x20870002	LASER_ON	schaltet den Laser ein
0x20860002	LASER_OFF	schaltet den Laser aus
Messwert-Datenformat		
0x20880003	ASCII_OUTPUT	Auswahl: ASCII / Binär
Tastensperre		
0x20600003	SET_KEYLOCK	Auswahl: Tasten frei oder gesperrt
Rücksetzen		
0x20F10002	SET_DEFAULT	Rücksetzen auf Werkseinstellung
0x20F00002	RESET_BOOT	Sensor neu booten
Flashschreiben sperren		
0x20610003	WriteFlashZero	Sperren des Flashschreibens für Mastern und Mitte setzen
Mastern, Mitte setzen		
0x20660003	SET_ZERO	Mastermessung starten beziehungsweise Relativmessung

8.5.2 Sensorparameter auslesen

Name: Get_Info
Beschreibung: Liefert den Infostring. Dieser zeigt die aktuell gespeicherten Parameter im Sensor an.

ⓘ WICHTIG!
Nach Ablauf der Initialisierung sendet der Sensor einmal die Infodatei im ASCII-Format über die serielle Schnittstelle. Die Initialisierung einschließlich der Ausgabe der Infodatei dauert maximal 10 Sekunden. Innerhalb dieser Zeit werden keine Kommandos ausgeführt oder beantwortet.

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„+“		„+“		„+“		0x0d („CR“)		0x2B2B2B0D
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0x20		0x49		0x00		0x02		0x20490002

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0xA0		0x49		0x00		0x70		0xA0490070
Infostring als lesbare ASCII-Zeichenkette:								
ILD 1700 : Standard output : RS422err frequency : 2500 Hz average-number : 1 syncmode [1]: M S off keylock: no range: 10 option : 0 date: 06/03/09 sw type: 0				Softwareversion : 5.005 speed : 1 average-type : moving hold value : yes ASCII-output: no Flash enable: yes serialnumber: 1234568 articlenumber : 4120088 bootloaderversion: 1.52				
0x20		0x20		0x0D		0x0A		0x20200D0A

1) Auswahl ist abhängig von der Betriebsart (Synchronisation oder Trigger). Möglichkeiten mit Synchronisation: Master sync. off, Master sync. on, Slave, Master alternierend. Möglichkeiten mit Trigger: Flanke positiv, Flanke negativ, Pegel high, Pegel low.

8.5.3 Sensoreinstellungen auslesen

Name: Get_Settings

Beschreibung: Liefert die aktuellen Sensoreinstellungen.
Diese sind im einzelnen:

Mittelung: Integer in Hexdarstellung des Exponenten zur Basis 2 der Mittelwertzahl bei gleitendem und rekursiven Mittelwerttyp.

Bei **Median**:
0 = 3
2 = 5
5 = 7
7 = 9

oberer Grenzwert: Integer in Hexdarstellung (Zählwert)
unterer Grenzwert: Integer in Hexdarstellung (Zählwert)
oberer Hysteresewert: Integer in Hexdarstellung (Zählwert)
unterer Hysteresewert: Integer in Hexdarstellung (Zählwert)
Masterwert: Integer in Hexdarstellung (Zählwert)

Master- und Mittenwert gesetzt (M):
0 = im Switchmode nicht gemastert, im Errormode Mittenwert nicht gesetzt
1 = im Switchmode gemastert, im Errormode Mittenwert nicht gesetzt
2 = im Switchmode nicht gemastert, im Errormode Mittenwert gesetzt
3 = im Switchmode gemastert, im Errormode Mittenwert gesetzt

Flag letzten Wert halten:
0 = letzten Messwert nicht halten
1 = letzten Messwert halten

Zuordnung der Grenzwerte zu den Schaltausgängen

1 = oberer Grenzwert > F1, unterer Grenzwert > F2
0 = oberer Grenzwert > F2, unterer Grenzwert > F1

Synchron-Mode [1]:
0 = Master synch off
1 = Master synch on
2 = Slave
3 = Master synch alternierend

Mittelwerttyp:
0 = rekursiv
1 = gleitend
2 = Median

Baudrate:
0 = 115.200 Baud
1 = 57.600 Baud
2 = 19.200 Baud
3 = 9.600 Baud

ASCII-Ausgabe

0 = Binärformat
1 = ASCII-Format

Laserstatus:

0 = Laser ist aus
1 = Laser ist an

Trigger-Mode [1]:

0 = Flanke positiv
1 = Flanke negativ
2 = Pegel high
3 = Pegel low

Outputtyp:

0 = Strom
1 = Spannung
2 = digital

Messrate (speed):
0 = 1
1 = 1/2
2 = 1/4
3 = 1/8

Betriebsart

0 = Sync. Error
1 = Sync. Switch
2 = Trigger Error
3 = Trigger Switch

1) Auswahl ist abhängig von der Betriebsart (Synchronisation oder Trigger)

Messbereich:
Integer in Hexdarstellung in mm

Tastensperre:
0 = Tastatur ist freigegeben
1 = Tastatur ist gesperrt

Datenausgabe digital:
0 = Datenausgabe ausgeschaltet
1 = Datenausgabe eingeschaltet

Enable Flash:
0 = Flashschreiben gesperrt
1 = Flashschreiben freigegeben

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„+“		„+“		„+“		0x0d („CR“)		0x2B2B2B0D
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0x20		0x4A		0x00		0x02		0x204A0002

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0xA0		0x4A		0x00		0x17		0xA04A0017
Outputtyp								
0x00		0x00		0x00		0x0X		0x0000000X
Messrate								
0x00		0x00		0x00		0x0X		0x0000000X
Mittelungszahl								
0x00		0x00		0x00		0x0X		0x0000000X

Flag letzten Wert halten				
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X
Synchronmode				
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X
Mittelwerttyp				
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X
Betriebsart				
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X
Baudrate				
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X
ASCII / Binärausgabe				
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X
Oberer Grenzwert				
0x00	0x00	0xXX	0xXX	0x0000XXXX
Unterer Grenzwert				
0x00	0x00	0xXX	0xXX	0x0000XXXX
Oberer Hysteresewert				
0x00	0x00	0xXX	0xXX	0x0000XXXX
Unterer Hysteresewert				
0x00	0x00	0xXX	0xXX	0x0000XXXX
Masterwert				
0x00	0x00	0xXX	0xXX	0x0000XXXX

Master- und Mittenwert gesetzt				
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X
Messbereich				
0x00	0x00	0xXX	0xXX	0x0000XXXX
Zuordnung der Grenzwerte zu den Schaltausgängen				
0x00	0x00	0xXX	0xXX	0x0000XXXX
Tastensperre				
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X
Datenausgabe digital				
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X
Laserstatus				
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A
Enable Flash				
0x00	0x00	0x0X	0x0X	0x0000000X
0x20	0x20	0x0A	0x0A	0x20200D0A

8.5.4 Mittelungszahl setzen

> ⓘ WICHTIG!
> Die LED „avg“ zeigt den aktuellen Zustand nach dem Kommando SET_AVO...3 an.

Name: SET_AV0

Beschreibung: Setzt die Mittelungszahl bei gleitendem und rekursiven Mittelwerttyp auf 1, bei Median auf 3.

Format:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x70	0x00	0x02	0x20700002

Antwort:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0x70	0x00	0x02	0xA0700002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

Name: SET_AV1

Beschreibung: Setzt die Mittelungszahl bei gleitendem und rekursiven Mittelwerttyp auf 4, bei Median auf 5.

Format:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x71	0x00	0x02	0x207130002

Antwort:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0x71	0x00	0x02	0xA0710002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

Name: SET_AV2

Beschreibung: Setzt die Mittelungszahl bei gleitendem und rekursiven Mittelwerttyp auf 32, bei Median auf 7.

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„+“		„+“		„+“		0x0d („CR“)		0x2B2B2B0D
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0x20		0x72		0x00		0x02		0x20720002

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0xA0		0x72		0x00		0x02		0xA0720002
0x20		0x20		0x0D		0x0A		0x20200D0A

Name: SET_AV3

Beschreibung: Setzt die Mittelungszahl bei gleitendem und rekursiven Mittelwerttyp auf 128, bei Median = 9.

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„+“		„+“		„+“		0x0d („CR“)		0x2B2B2B0D
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0x20		0x73		0x00		0x02		0x20730002

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0xA0		0x73		0x00		0x02		0xA0730002
0x20		0x20		0x0D		0x0A		0x20200D0A

WICHTIG!
Für den Mittelwerttyp **Median** ist SET_AVX nicht anwendbar!

Bei gleitendem Mittelwert ist N auf 128 begrenzt.

Anmerkung: Nach SET_AVX geht die „avg“-LED aus.

Name: SET_AVX

Beschreibung: Setzt die Mittelungszahl N bei gleitendem und rekursiven Mittelwerttyp auf N=2^X. Wertebereich für X : 0...15 (0x00...0x0F). Für den Mittelwerttyp Median ist dieser Befehl nicht gestattet. Der Sensor liefert in diesem Fall „Befehl nicht erfolgreich“.

Format:

31 … 24	23 … 16	15 … 8	7 … 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x75	0x00	0x03	0x20750003
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X

Antwort:

31 … 24	23 … 16	15 … 8	7 … 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0x75	0x00	0x02	0xA0750002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

$X = \log_2(N)$ N = Mittelungszahl

Damit ergeben sich folgende Werte für die Mittelungszahl N:

N	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096	8192	16384	32768
X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Hinweis:
Ist die bestehende Mittelwertzahl höher als für den neuen Mittelwerttyp zulässig, wird die Mittelwertzahl auf den höchsten Wert für den neuen Mittelwerttyp begrenzt.

Übersicht:

Befehl	Mittelungszahl N		
	rekursiver MW	gleitender MW	Median
SET_AV 0...3	1, 4, 32, 128	1, 4, 32, 128	3, 5, 7, 9
SET_AVX	1 ... 32767	1 ... 128	Befehl nicht erfolgreich

Beispiel:
Mittelung 8 $X = \log_2(8)$ = 3
Mittelung 512 $X = \log_2(512)$ = 9

8.5.5 Mittelwerttyp setzen

Name: SET_AV_T

Beschreibung: Stellt den Mittelwerttyp (Mittelungsart) ein.

Möglich sind:
- gleitender Mittelwert über 1 bis 128 Messwerte
- rekursiver Mittelwert über 1 bis 32768 Messwerte
- Median über 3, 5, 7 oder 9 Messwerte

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„+“		„+“		„+“		0x0d („CR“)		0x2B2B2B0D
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0x20		0x7D		0x00		0x03		0x207D0003
0x00		0x00		0x00		0x0X		0x0000000X

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0xA0		0x7D		0x00		0x02		0xA07D0002
0x20		0x20		0x0D		0x0A		0x20200D0A

Parameter:
- X = 0 --> rekursiver Mittelwert
- X = 1 --> gleitender Mittelwert
- X = 2 --> Median

8.5.6 Messwertausgabe starten und stoppen

Start-Kommando

Name: DAT_OUT_ON

Beschreibung: Schaltet die digitale Datenausgabe der Messwerte ein. Damit Messdaten vom Sensor empfangen werden können, muss auch der Ausgabekanal (Outputtyp) auf die digitale Datenausgabe gestellt sein.

Format:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x77	0x00	0x02	0x20770002

Antwort:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0x77	0x00	0x02	0xA0770002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

Stopp-Kommando

Name: DAT_OUT_OFF

Beschreibung: Schaltet die digitale Ausgabe der Messwerte aus. Die Kommunikation mit dem Sensor über die digitale Schnittstelle bleibt davon unberührt. Im Triggermode hat dieses Kommando eine höhere Priorität als das Kommando GET_MEASVALUE.

ⓘ WICHTIG!
Das STOP-Kommando ist flüchtig und geht verloren wenn die Spannungsversorgung abgeschaltet oder das RESET_BOOT-Kommando gesendet wird.

Format:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x76	0x00	0x02	0x20760002

Hinweis: Nach dem Wiedereinschalten der Betriebsspannung sendet der Sensor wieder digitale Messwerte.

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0xA0		0x76		0x00		0x02		0xA0760002
0x20		0x20		0x0D		0x0A		0x20200D0A

8.5.7 Grenzwerte setzen

Name: SET_LIMITS

Beschreibung: Setzt Grenz- und Hysteresewerte in der Betriebsart „Sync. Switch Mode“ beziehungsweise „Trigger Switch Mode“ (oberer/unterer Grenzwert, oberer/unterer Hysteresewert).

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„+“		„+“		„+“		0x0d („CR“)		0x2B2B2B0D
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0x20		0x7E		0x00		0x07		0x207E0007
Oberer Grenzwert								
0x00		0x00		0xXX		0xXX		0x0000XXXX
Unterer Grenzwert								
0x00		0x00		0xXX		0xXX		0x0000XXXX
Oberer Hysteresewert								
0x00		0x00		0xXX		0xXX		0x0000XXXX
Unterer Hysteresewert								
0x00		0x00		0xXX		0xXX		0x0000XXXX
Masterwert								
0x00		0x00		0xXX		0xXX		0x0000XXXX

Anmerkung: Die Hysteresewerte bewirken das Rücksetzen des zugeordneten Schaltausganges bei der Rückkehr der Messwerte in den Soll-Bereich.

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0xA0		0x7E		0x00		0x02		0xA07E0002
0x20		0x20		0x0D		0x0A		0x20200D0A

Anmerkung: Alle Werte sind Absolutwerte; Eingabe als Integerwert (ganzzahliger Zählwert) von 2 Byte, aufgefüllt durch 2 vorangestellte Bytes mit Wert „0“ auf insgesamt 32 Bit Länge.

8.5.8 Zuordnung der Grenzwerte zu den Schaltausgängen

Name: SET_UPPERLIMIT_F1

Beschreibung: Ordnet den oberen Grenzwert dem Schaltausgang 1 und den unteren Grenzwert dem Schaltausgang 2 zu.

Standardeinstellung: Schaltausgang 1 oberer Grenzwert,

Schaltausgang 2 unterer Grenzwert.

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„+“		„+“		„+“		0x0d („CR“)		0x2B2B2B0D
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0x20		0x83		0x00		0x02		0x20830002

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0xA0		0x83		0x00		0x02		0xA0830002
0x20		0x20		0x0D		0x0A		0x20200D0A

Name: SET_LOWERLIMIT_F1

Beschreibung: Ordnet den oberen Grenzwert dem Schaltausgang 2 und den unteren Grenzwert dem Schaltausgang 1 zu.

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„+“		„+“		„+“		0x0d („CR“)		0x2B2B2B0D
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0x20		0x84		0x00		0x02		0x20840002

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0xA0		0x84		0x00		0x02		0xA0840002
0x20		0x20		0x0D		0x0A		0x20200D0A

8.5.9 Betriebsart

Name: SET_ERROROUTPUT

Beschreibung: Schaltet den Sensor wahlweise in den Synchronmode oder Triggermode. Beide Betriebsarten schließen einander aus, da die Anschlussleitungen entweder zur Synchronisation oder zur Triggerung verwendet werden. Zusätzlich wird die Verwendung der Schaltausgänge eingestellt. Im Error-Mode wird der Schaltausgang 1 als Fehlerausgang benutzt. Im Switch–Mode werden beide Ausgänge als Grenzwertausgänge benutzt.

Standardeinstellung:
Sync/error
Möglich sind
X = 0 > Snyc/error
X = 1 > Snyc/switch
X = 2 > Trigger/error
X = 3 > Trigger/switch

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„+“		„+“		„+“		0x0d („CR“)		0x2B2B2B0D
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0x20		0x95		0x00		0x03		0x20950003
0x00		0x00		0x00		0x0X		0x0000000X

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0xA0		0x95		0x00		0x02		0xA0950002
0x20		0x20		0x0D		0x0A		0x20200D0A

8.5.10 Messwertausgabe umstellen

Name: SET_OUTPUTTYP

Beschreibung: Stellt den Ausgabetyp für die Messwerte ein

Varianten:
X = 0 >
Strom (4..20 mA)

X = 1 >
Spannung (0..10 V)

X = 2 >
RS422

Format:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x90	0x00	0x03	0x20900003
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X

Antwort:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0x90	0x00	0x02	0xA0900002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

8.5.11 Geschwindigkeit

Name: SET_SPEED

Beschreibung: Stellt die Messrate ein

Varianten:
X = 0 > 2,5 kHz
X = 1 > 1,25 kHz
X = 2 > 625 Hz
X = 3 > 312,5 Hz

Format:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x85	0x00	0x03	0x20850003
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X

Antwort:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0x85	0x00	0x02	0xA0850002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

Name: SET_BAUDRATE

Beschreibung: Stellt die Übertragungsrate ein

Varianten:
X = 0 > 115200 Baud
X = 1 > 57600 Baud
X = 2 > 19200 Baud
X = 3 > 9600 Baud

Format:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x80	0x00	0x03	0x20800003
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X

Antwort:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0x80	0x00	0x02	0xA0800002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

Die Antwort sendet der Sensor noch mit der alten Baudrate, erst nach dem Senden der Antwort schaltet der Sensor die Baudrate um. Die Ausgaberate wird bei der Umstellung der Baudrate automatisch durch Überspringen einzelner Messwerte reduziert.

8.5.12 Fehlerausgabe (Analogausgang)

Name: SET_ERRORHANDLER

Beschreibung: Schaltet das Flag für letzten Messwert halten / nicht halten um.

Dieses Flag hat nur auf die Analogausgabe Auswirkung. Bei Auftreten eines Fehlers (kein Objekt, ungültiges Objekt, Objekt außerhalb des Messbereichs oder Laser ist aus) wird bei X = 1 weiterhin der letzte gültige Messwert ausgegeben. Für X = 0 wird ein Fehlersignal generiert, das für die Stromausgabe einen Fehlerwert von 3 mA und für den Spannungsausgang 10,2 V beträgt.

Varianten:
X = 0 >
letzten Messwert nicht halten

X = 1 >
letzten Messwert halten

Format:

31 … 24	23 … 16	15 … 8	7 … 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x81	0x00	0x03	0x20810003
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X

Antwort:

31 … 24	23 … 16	15 … 8	7 … 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0x81	0x00	0x02	0xA0810002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

8.5.13 Synchron- und Triggermode

Varianten:
X = 0 >
Master synchron aus
X = 1 > Master synchron ein
X = 2 > Slave
X = 3 > Master synchron alternierend

Name: SET_SYNCMODE/TRIGGERMODE

Synchronmode: Mit diesem Kommando können zwei (oder mehrere) Sensoren miteinander synchronisiert werden. Ein Sensor übernimmt die Masterfunktion, der andere Sensor wird als Slave betrieben. Im alternierenden Mode messen Master und Slave abwechselnd um bei z.B. durchscheinenden Messobjekten gegenseitige Beeinflussung zu vermeiden.

Hinweis: An Master und Slave muss die gleiche Messfrequenz (speed) eingestellt sein. Andernfalls sind Messunsicherheiten nicht auszuschließen.

Triggermode: Die Synchronleitungen können als Triggereingänge benutzt werden. Es stehen 4 Triggerarten zur Verfügung.

Varianten:
X = 0 > Flanke positiv
X = 1 > Flanke negativ
X = 2 > Pegel high
X = 3 > Pegel low

Format:

31 … 24	23 … 16	15 … 8	7 … 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x82	0x00	0x03	0x20820003
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X

Antwort:

31 … 24	23 … 16	15 … 8	7 … 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0x82	0x00	0x02	0xA0820002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

8.5.14 Laserabschaltung (extern)

Name: LASER_OFF

Beschreibung: Schaltet den Laser aus

WICHTIG!
Das LASER_OFF-Kommando ist flüchtig. D.h. der Laser ist eingeschaltet, wenn
- die Spannungsversorgung kurzzeitig unterbrochen oder
- das RESET_BOOT-Kommando gesendet wird und Pin 9 mit GND verbunden ist.

Format:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x86	0x00	0x02	0x20860002

Antwort:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0x86	0x00	0x02	0xA0860002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

Name: LASER_ON

Beschreibung: Schaltet den Laser ein

Format:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x87	0x00	0x02	0x20870002

Antwort:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0x87	0x00	0x02	0xA0870002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

Laser_ON ist nur wirksam, wenn Pin 9 mit GND verbunden ist.

8.5.15 Datenformat umschalten

Name: ASCII_OUTPUT

Beschreibung: Schaltet das Datenformat für die Messwertausgabe über die digitale Schnittstelle um.

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„+“		„+“		„+“		0x0d („CR“)		0x2B2B2B0D
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0x20		0x88		0x00		0x02		0x20880002
0x00		0x00		0x00		0x0X		0x0000000X

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0xA0		0x88		0x00		0x02		0xA0880002
0x20		0x20		0x0D		0x0A		0x20200D0A

Varianten:

X = 0 > Ausgabe im Binärformat (2 Byte)

X = 1 > Ausgabe als ASCII-Zeichen (6 Byte)

8.5.16 Tastensperre

Name: SET_KEYLOCK

Beschreibung: Sperrt die Tastatur komplett bzw. gibt sie wieder frei. Der eingestellte Zustand ist nichtflüchtig.

Varianten:
X = 0 > Tastatur freigeben

X = 1 > Tastatur sperren

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„+“		„+“		„+“		0x0d („CR“)		0x2B2B2B0D
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0x20		0x60		0x00		0x03		0x20600003
0x00		0x00		0x00		0x0X		0x0000000X

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0xA0		0x60		0x00		0x02		0xA0600002
0x20		0x20		0x0D		0x0A		0x20200D0A

8.5.17 Werkseinstellung aufrufen

Name: SET_DEFAULT

Beschreibung: Setzt die eingestellten Parameter in die Grundeinstellungen (Werkseinstellungen) zurück. Dies betrifft:

- Ausgangstyp (Strom),
- Messrate (2,5 kHz),
- Mittelungszahl (1)
- Letzten Messwert halten,
- Synchronisation (keine),
- Mittelwerttyp (gleitend),
- Betriebsart (Sync Error),
- Baudrate (115200 Baud),
- Binärformat,
- Laser (ein),
- Datenausgabe (ein),
- Zuordnung der Schaltausgänge (oberer GW > F1, unterer GW > F2),
- Defaultwerte für Master-, Offset-, Grenz- und Hysteresewerte
- Tastatur freigegeben
- Flashschreiben freigegeben

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„+“		„+“		„+“		0x0d („CR“)		0x2B2B2B0D
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0x20		0xF1		0x00		0x02		0x20F10002

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0xA0		0xF1		0x00		0x02		0xA0F10002
0x20		0x20		0x0D		0x0A		0x20200D0A

8.5.18 Sensor rücksetzen

Name: RESET_BOOT

Beschreibung: Startet die Initialisierungsphase des Sensors; die eingestellten Parameter bleiben erhalten. Dabei wird auch der Kurzschlussschutz der Schaltausgänge wieder zurückgesetzt.

i WICHTIG!
Die flüchtigen Kommandos Laser_off und DAT_OUT_OFF gehen nach dem RESET-Kommando verloren. Das bedeutet, dass der Laser wieder eingeschaltet ist und der Sensor Messwerte sendet.

Format:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„+“		„+“		„+“		0x0d („CR“)		0x2B2B2B0D
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0x20		0xF0		0x00		0x02		0x20F00002

Antwort:

31	24	23	16	15	8	7	0	hex
„I“		„L“		„D“		„1“		0x494C4431
0xA0		0xF0		0x00		0x02		0xA0F00002
0x20		0x20		0x0D		0x0A		0x20200D0A

8.5.19 Messwert auslesen

Name: GET_MEASVALUE

Beschreibung: Im Triggermode dient dieses Kommando zum Polling von Messwerten. Im Parameter muss die Anzahl von Messwerten, die der Sensor liefern soll, angegeben werden. Mit dem Kommando DAT_OUT_OFF wird die Anzahl der eventuell noch auszugebenden Messwerte auf 0 zurückgesetzt.

Format:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x2C	0x00	0x03	0x202C0003
0xXX	0xXX	0xXX	0xXX	0xXXXXXXXX

Im Triggermode wird der Messwert entweder als Binärwert , siehe Kap. 8.2.1 oder in ASCII-Darstellung, siehe Kap. 8.2.2, ausgegeben.

Antwort:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xE0	0x2C	0x00	0x03	0xE02C0003
0x00	0x00	0x00	0x05	0x00000005
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

8.5.20 Freigeben / Sperren des Flashschreibens für Mastern und Mitte setzen

Name: WriteFlashZero
Beschreibung: Mit diesem Befehl wird das Speichern der Masterwerte in den Flash freigegeben bzw. gesperrt.

Parameter:

X = Parameterwert (0; 1) 0 – Flashschreiben sperren 1 – Flashschreiben freigeben

Format:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0d („CR“)	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0x20	0x61	0x00	0x03	0x20610003
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X

Werkseinstellung: “Flashschreiben freigegeben“

Antwort:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0x61	0x00	0x02	0xA0610002

Hinweise: Der Befehl WriteFlashZero sollte speziell bei Anwendungen verwendet werden, die automatisch bei jedem Messvorgang vorher über den externen Eingang Mastern oder Mitte setzen, siehe Kap. 6.7, siehe Kap. 6.8. Es genügt, dass das Kommando “Flashschreiben sperren“ einmal gesendet wird.

Die Werte für Mastern oder Mitte setzen sind bei “Flashschreiben sperren“ nur im RAM des Sensors gespeichert und gehen beim Ausschalten des Sensors verloren. Beim Wiedereinschalten werden die früher im Flash gespeicherten Master- oder Mittenwerte oder die Werkseinstellung, siehe Kap. 15.4, geladen. Der Befehl WriteFlashZero selbst ist nicht flüchtig, Die Einstellung “Flashschreiben sperren“ bleibt also nach dem Ausschalten erhalten.

Der Befehl WriteFlashZero hat nur Einfluss auf Mastern und Mitte setzen. Alle anderen Flash-Operationen werden wie bisher ausgeführt.

8.5.21 Mastern beziehungsweise Mitte setzen

Name: Set_Zero

Beschreibung: Mit Set_Zero kann in der Betriebsart „Error-Mode“ der Sensor auf Mitte Analogsignal/ Digitalsignal gesetzt beziehungsweise in der Betriebsart „Switch-Mode“ gemastert werden. Bei Sensoren mit Softwareversionen vor 6.000 ist dies für beide Funktionen mit der Taste „select/zero“ am Sensor beziehungsweise der Nullsetzleitung möglich.

Parameter X:

0 = Mitte setzen aufheben / Mastern aufheben (rücksetzen) 1 = Mitte setzen / Mastern

Format:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„+“	„+“	„+“	0x0D	0x2B2B2B0D
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494c4431
0x20	0x66	0x00	0x03	0x20660003
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X

Antwort, kein Fehler:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xA0	0x66	0x00	0x02	0xA0660002
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

Antwort, bei Fehler:

31 24	23 16	15 8	7 0	hex
„I“	„L“	„D“	„1“	0x494C4431
0xE0	0x66	0x00	0x03	0xA0660002
0x00	0x00	0x00	0x0X	0x0000000X
0x20	0x20	0x0D	0x0A	0x20200D0A

Fehler-Code X: Details dazu, siehe Kap. 8.4.2.

Beispiel: X = 5 („Befehl nicht erfolgreich ausgeführt“), zum Beispiel wenn kein Messobjekt vorhanden ist.

Hinweise ab Version 6.000:

- Zusätzlich ab Version 6.000 ist die Möglichkeit gegeben, auch den seriellen Ausgang (RS422-Schnittstelle) in der Betriebsart „ErrorMode“ (Sync/error oder Trigger/error) auf Mitte zu setzen. Mitte setzen bedeutet, den Ausgabewert (Analogwert oder Digitalwert) auf Mitte Messbereich, siehe Kap. 7., zu setzen.
- Beim Mitte setzen bzw. Mastern ist bei Betrieb über die Nullsetzleitung kein Rücksetzen mit einem langen Impuls vor erneutem Mitte setzen bzw. Mastern mehr notwendig. Mit jedem kurzen Impuls (0,5 … 3 s) wird immer neu auf Mitte gesetzt bzw. gemastert. Das gilt auch für den Befehl Set_Zero mit dem Parameterwert = 1.

9. Hinweise für den Betrieb

9.1 Reflexionsgrad der Messoberfläche

Prinzipiell wertet der Sensor den diffusen Anteil der Reflexionen des Laserlichtpunktes aus, siehe Abb. 46.

Abb. 46 Reflexionsgrad der Messoberfläche

Eine Aussage über einen Mindestreflexionsgrad ist nur bedingt möglich, da selbst von spiegelnden Flächen noch geringe diffuse Anteile ausgewertet werden können. Dies geschieht durch Intensitätsbestimmung der diffusen Reflexion aus dem CCD-Signal in Echtzeit und anschließender Ausregelung, siehe Kap. 3.2.

Für dunkle oder glänzende Messobjekte, wie zum Beispiel schwarzer Gummi, kann aber eine längere Belichtungszeit erforderlich sein. Die Belichtungszeit ist an die Messrate gekoppelt und kann nur durch ein Herabsetzen der Messrate des Sensors erhöht werden.

9.2 Fehlereinflüsse

9.2.1 Fremdlicht

Die Sensoren optoNCDT1700 besitzen durch ihr eingebautes optisches Interferenzfilter eine sehr gute Fremdlichtunterdrückung. Bei glänzenden Messobjekten und bei herabgesetzter Messrate kann es jedoch zu Störungen durch Fremdlicht kommen. In diesen Fällen empfiehlt sich das Anbringen von Abschirmungen gegen das Fremdlicht. Das gilt im Besonderen beim Messen in der Nähe von Schweißeinrichtungen.

9.2.2 Farbunterschiede

Farbunterschiede von Messobjekten wirken sich aufgrund der Intensitätsnachregelung auf das Messergebnis nur gering aus. Häufig sind aber diese Farbunterschiede auch mit unterschiedlichen Eindringtiefen des Laserlichtpunktes in das Material verbunden. Unterschiedliche Eindringtiefen wiederum haben scheinbare Veränderungen der Messfleckgröße zur Folge. Deshalb können Farbwechsel, verbunden mit Eindringtiefenveränderungen, zu Messunsicherheiten führen.

9.2.3 Temperatureinflüsse

Bei Inbetriebnahme ist eine Einlaufzeit von mindestens 20 Minuten erforderlich, um eine gleichmäßige Temperaturausbreitung im Sensor zu erreichen.
Wird im μm-Genauigkeitsbereich gemessen, ist auch die Wirkung der Temperaturschwankungen auf die Halterung des Sensors vom Anwender zu beachten.

Schnelle Temperaturänderungen werden durch die dämpfende Wirkung der Wärmekapazität des Sensors nur verzögert erfasst.

9.2.4 Mechanische Schwingungen

Sollen mit dem Sensor Auflösungen im μm- Bereich erreicht werden, ist besonderes Augenmerk auf eine stabile bzw. schwingungsgedämpfte Sensor- und Messobjektmontage zu richten.

9.2.5 Bewegungsunschärfen

Bei schnell bewegten Messobjekten und niedriger Messrate kann es auch zu Bewegungsunschärfen (Verwischen) kommen. Deshalb ist bei schnellen Vorgängen eine hohe Messrate zu wählen, um Fehler zu vermeiden.

9.2.6 Oberflächenrauhigkeiten

Oberflächenrauhigkeiten in der Größenordnung 5 μm und darüber, führen bei traversierenden Messungen zu einer scheinbaren Abstandsänderung (sog. Oberflächenrauschen). Sie können aber durch die Wahl eines größeren Mittelwertes, siehe Kap. 6.6, gedämpft werden.

9.2.7 Sensorverkippung

Verkippungswinkel des Sensors bei diffuser Reflexion sowohl um die X- als auch um die Y-Achse von kleiner 5 ° sind nur bei Oberflächen mit stark direkter Reflexion störend. Verkippungswinkel zwischen 5 ° und 15 ° bewirken eine scheinbare Abstandsänderung um ca. 0,12 ... 0,2 % des Messbereiches, siehe Abb. 47. Verkippungswinkel zwischen 15 ° und 30 ° bewirken eine scheinbare Abstandsänderung um ca. 0,5 % des Messbereiches.

Diese Einflüsse sind besonders bei der Abtastung profilierter Oberflächen zu beachten. Prinzipiell unterliegt das Winkelverhalten bei der Triangulation auch dem Reflexionsvermögen der Messobjektoberfläche.

Abb. 47 Winkeleinflüsse

Winkel	X-Achse %	Y-Achse %
±5 °	typ. 0,12	typ. 0,12
±15 °	typ. 0,2	typ. 0,2
±30 °	typ. 0,5	typ. 0,5

Abb. 48 Messfehler durch Verkippung bei diffuser Reflexion

9.3 Optimierung der Messgenauigkeit

Bei gewalzten oder geschliffenen Metallen, die am Sensor vorbeibewegt werden, ist die Sensorebene in Richtung Walz- bzw. Schleifspuren anzuordnen. Die gleiche Anordnung ist bei Farbstreifen zu wählen , siehe Abb. 49.

Farbstreifen
Bewegungsrichtung
Schleif- und Walzspuren

Abb. 49 Sensoranordnung für geschliffene oder gestreifte Oberflächen

Bei Bohrungen, Sacklöchern und Kanten in der Oberfläche von bewegten Teilen ist der Sensor so anzuordnen, dass die Kante nicht den Laserpunkt verdeckt, siehe Abb. 50.

Richtig
Falsch (Schatten)

Abb. 50 Sensoranordnung bei Bohrungen und Kanten

9.4 Schutzgehäuse

Ausführungsarten Schutzgehäuse

- SGH Größe S
  SGH Größe M:
  Ohne Freiblasein-richtung (mit Zu- und Abluftanschlüs-sen für Kühlung)

- SGHF Größe S
  SGHF Größe M:
  Mit Freiblasein-richtung für das Schutzfenster

,

ⓘ WICHTIG!
Der Schutzgrad ist beschränkt auf Wasser (keine Bohremulsionen, Waschmittel oder ähnlich aggressive Medien)!

Bei schmutzbelasteter Umgebung oder bei erhöhten Umgebungstemperaturen wird empfohlen, den Sensor im Schutzgehäuse zu betreiben. Die Schutzgehäuse werden als optionales Zubehör geliefert. Bei ihrem Einsatz kann eine Verschlechterung der Linearität der Sensoren im Gesamtsystem auftreten. Deshalb ist zum alleinigen Schutz vor mechanischen Beschädigungen ein einfaches Schutzschild mit genügend großer Durchblicköffnung günstiger. Der Einbau der Sensoren in das Schutzgehäuse sollte beim Hersteller erfolgen, da besonders bei den kurzen Grundabständen das zusätzliche Schutzfenster in die Kalibrierung einbezogen werden muss.

Richtlinien beim Betrieb der Sensoren im Schutzgehäuse

- Zulässige Temperatur innerhalb des Schutzgehäuses maximal 45 °C.
- Für den Druckluftanschluss gilt:
  - Temperatur der Druckluft am Einlassstutzen < 25 °C,
  - Druckluft muss frei von Öl- und Wasserrückständen sein. Es werden zwei hintereinandergeschaltete Ölabscheider empfohlen.
- Bei einer durchströmenden Luftmenge von zum Beispiel 240 l/min (2,5 bar) kann die maximal zulässige Außentemperatur 65 °C betragen.
- Für höhere Umgebungstemperaturen wird der Einsatz zusätzlicher wassergekühlter Träger- und Deckplatten außerhalb des Schutzgehäuses empfohlen.
- Keine direkte Hitzeeinstrahlung (auch Sonne!) auf das Schutzgehäuse. Bei direkter Wärmestrahlung sind zusätzliche thermische Schutzschirme einzubauen.
- In regelmäßigen Abständen ist eine Reinigung des Schutzfensters mit einem weichen, alkoholgetränkten Tuch oder Wattetupfer zu empfehlen.

Lieferumfang Schutzgehäuse

Im Lieferumfang des Schutzgehäuses sind drehbare Stecknippel-Verschraubungen LCKN-1/8-PK-6 (FESTO) für den Druckluftschlauch mit Innen-ø. 6 mm, die Blasblende (bei SGHF) und die komplette innere Sensorbefestigung enthalten.

SGH/SGHF Größe S

Abmessungen in mm,
nicht maßstabsgetreu

Bei SGH Größe S: Abluftanschluss
Bei SGHF Größe S: mit Blind-
stopfen verschlossen

ø4,5 (4x)
Befest.-
bohrungen

Sensorkabel
mit Stecker

Zuluft (Anschluss
schwenkbar,
für Schlauch 6 mm
Innendrm.)

Laserstrahl

25,5
103
140
5,5
47,9
125
140
168
28
Laserstrahl

Abb. 51 Schutzgehäuse für die Messbereiche 10/20/50/100/200/250 mm

SGH/SGHF Größe M

Abmessungen in mm, nicht maßstabsgetreu

Bei SGH Größe M: Abluftanschluss
Bei SGHF Größe M: mit Blindstopfen verschlossen

Zuluft
(Anschluss schwenkbar, für Schlauch mit 6 mm Innen-ø)

Sensorkabel mit Stecker

60,0
42,0
28,0
25,5
4 x Befestigungsbohrungen ø4,5
168
140
103
6,5
4
165
42,5
180
32,5
71
Laserstrahl
Laserstrahl

Abb. 52 Schutzgehäuse für die Messbereiche 40/500/750 mm

10. ILD1700 Tool

Die Software ILD1700 Tool
- übermittelt Sensorparameter an den Sensor und
- überträgt auf einfache Weise Messergebnisse und stellt diese graphisch dar.

Alle Daten werden über die RS422-Schnittstelle übertragen und können bei Bedarf auch gespeichert werden.

i Trennen beziehungsweise verbinden Sie die Sub-D-Verbindung zwischen RS422 und USB-Konverter nur im spannungslosen Zustand.

10.1 Installation und Vorbereitung Messbetrieb

10.1.1 Systemvoraussetzungen

Folgende Systemvoraussetzungen werden für das ILD1700-Tool empfohlen:
- Windows 2000, Windows XP or Windows 7 / Pentium III ≥ 1 GHz / 1 GB RAM
- Freier USB-Port oder IF2008

10.1.2 Notwendige Kabel und Programmroutinen

- PC1700-x/USB/IND Sensorkabel mit RS422-USB-Konverter und 24 V-Versorgung
- ILD1700 Tool Konfigurations- und Messprogramm
- RS422/USB-Konverter , inklusive CD mit Treiber

PC1700-x/USB/IND	
Pin	Signal
1	Rx -
2	Rx+
3	Tx+
4	Tx -
5	GND

Pin-Belegung 9-pol. Sub-D

Abb. 53 Systemaufbau zum Betrieb der Demosoftware

Die aktuellen Treiber beziehungsweise Programmroutinen finden Sie unter:

www.micro-epsilon.de/link/opto/1700

Details zur Treiberinstallation erhalten Sie in der Montageanleitung Konverter RS422 - USB.

10.2 Messbetrieb

i Soll nach Beendigung des ILD1700-Tools der Analogausgang am Sensor verwendet werden, ist dieser als Ausgangsvariante zu definieren. Vergessen Sie nicht die Einstellungen im Sensor zu speichern.

Abb. 54 Programmoberfläche für den Messbetrieb

Dieser Programmteil dient der Erfassung, Berechnung und Speicherung von Daten eines ILD1700.

11. Softwareunterstützung mit MEDAQLib

Mit MEDAQLib steht Ihnen eine dokumentierte Treiber-DLL zur Verfügung. Damit binden Sie optoNCDT-Lasersensoren in Verbindung

- mit dem RS422/USB-Konverter (optionales Zubehör) und passendem Anschlusskabel PC1700-x/USB/IND oder
- der PCI-Interfacekarte IF 2008 und Anschlusskabel PC1700-x/IF2008

in eine bestehende oder kundeneigene PC-Software ein.

Um die verschiedenen Sensoren ansprechen zu können, ist kein Wissen über das unterliegende Protokoll des jeweiligen Sensors notwendig. Die einzelnen Kommandos und Parameter für den anzusprechenden Sensor werden über eine abstrakte Funktionen gesetzt, und von der MEDAQLib entsprechend in das Protokoll des Sensors umgesetzt.

MEDAQLib

- enthält eine DLL, die in C, C++, VB, Delphi und viele weitere Programme importiert werden kann,
- nimmt Ihnen die Datenkonvertierung ab,
- funktioniert unabhängig vom verwendeten Schnittstellentyp,
- zeichnet sich durch gleiche Funktionen für die Kommunikation (Befehle) aus,
- bietet ein einheitliches Übertragungsformat für alle Sensoren von MICRO-EPSILON.

Für C/C++-Programmierer ist in MEDAQLib eine zusätzliche Header-Datei und eine Library-Datei integriert.

Die aktuelle Treiberroutine inklusive Dokumentation finden Sie unter:

www.micro-epsilon.de/download

www.micro-epsilon.de/link/software/medaqlib

12. Haftung für Sachmängel

Alle Komponenten des Gerätes wurden im Werk auf die Funktionsfähigkeit hin überprüft und getestet. Sollten jedoch trotz sorgfältiger Qualitätskontrolle Fehler auftreten, so sind diese umgehend an MICRO-EPSILON oder den Händler zu melden.

Die Haftung für Sachmängel beträgt 12 Monate ab Lieferung. Innerhalb dieser Zeit werden fehlerhafte Teile, ausgenommen Verschleißteile, kostenlos instandgesetzt oder ausgetauscht, wenn das Gerät kostenfrei an MICRO-EPSILON eingeschickt wird. Nicht unter die Haftung für Sachmängel fallen solche Schäden, die durch unsachgemäße Behandlung oder Gewalteinwirkung entstanden oder auf Reparaturen oder Veränderungen durch Dritte zurückzuführen sind. Für Reparaturen ist ausschließlich MICRO-EPSILON zuständig.

Weitergehende Ansprüche können nicht geltend gemacht werden. Die Ansprüche aus dem Kaufvertrag bleiben hierdurch unberührt. MICRO-EPSILON haftet insbesondere nicht für etwaige Folgeschäden. Im Interesse der Weiterentwicklung behalten wir uns das Recht auf Konstruktionsänderungen vor.

13. Service, Reparatur

Bei einem Defekt am Sensor oder des Sensorkabels:

- Speichern Sie nach Möglichkeit die aktuellen Sensoreinstellungen in einem Parametersatz, siehe ILD1700 Tool, Menü Messung / Konfiguration, um nach der Reparatur die Einstellungen wieder in den Sensor laden zu können.
- Senden Sie bitte die betreffenden Teile zur Reparatur oder zum Austausch ein.

Bei Störungen, deren Ursachen nicht eindeutig erkennbar sind, senden Sie bitte immer das gesamte Messsystem an:

MICRO-EPSILON Optronic GmbH
Lessingstraße 14
01465 Langebrück / Deutschland

Tel. +49 (0) 35201 / 729-0
Fax +49 (0) 35201 / 729-90
optronic@micro-epsilon.de
www.micro-epsilon.de

14. Außerbetriebnahme, Entsorgung

- Entfernen Sie das Versorgungs- und Ausgangskabel am Sensor.
- Das optoNCDT1700 ist entsprechend der Richtlinie 2011/65/EU, „RoHS“, gefertigt. Die Entsorgung ist entsprechend den gesetzlichen Bestimmungen durchzuführen (siehe Richtlinie 2002/96/EG).

15. Anhang

15.1 Ausgaberaten optoNCDT1700

		Baudrate	**115200**	**57600**	**19200**	**9600**	
Messrate	LED speed	Bytes	Synchronmode: Master on, Slave synchronisiert, Master off				
2,5 kHz	1	2	2500	2500	833,33	416,66	Binärausgabe
1,25 kHz	1/2	2	1250	1250	625	416,66	
625 Hz	1/4	2	625	625	625	312,5	
312,5 Hz	1/8	2	312,5	312,5	312,5	312,5	
2,5 kHz	1	6	1250	833,33	277,77	138,88	ASCII-Ausgabe
1,25 kHz	1/2	6	1250	625	250	138,88	
625 Hz	1/4	6	625	625	208,33	125	
312,5 Hz	1/8	6	312,5	312,5	156,25	104,16	
			Synchronmode: Master alternierend, Slave synchronisiert (alternierend)				
2,5 kHz	1	2	1250	1250	625	416,66	Binärausgabe
1,25 kHz	1/2	2	625	625	625	312,5	
625 Hz	1/4	2	312,5	312,5	312,5	312,5	
312,5 Hz	1/8	2	156,25	156,25	156,25	156,25	
2,5 kHz	1	6	1250	625	250	138,88	ASCII-Ausgabe
1,25 kHz	1/2	6	625	625	208,33	125	
625 Hz	1/4	6	312,5	312,5	156,25	104,16	
312,5 Hz	1/8	6	156,25	156,25	156,25	78,12	

15.2 Belegung von Anschlussbuchse und Sensorkabel

Pin	Benennung	Bemerkung	Adernfarbe im Sensorkabel
			PC1700-x
5	$+U_B$	Versorgungsspannung (11 ... 30 VDC)	rot
6	GND	Systemmasse für Versorgung und Schaltsignale (Laser on/off, Zero, Limits)	schwarz
13	Analogausgang	Strom 4 ... 20 mA oder Spannung 0 ... 10 V	Koaxial-Innenleiter, weiß
14	AGND	Bezugspotential für Analogausgang	Koaxialschirm
9	Laser on/off	Schalteingang Laser-Ein / Aus	rot-blau
10	Zero	Schalteingang Mitte setzen	weiß-grün
8	Schaltausgang 1	Fehler- oder Grenzwertausgang	grau-rosa
7	Schaltausgang 2	Grenzwertausgang	violett
3 4	Sync + [1] Sync - [1]	Symmetrischer Synchron-Ausgang (Master) oder Eingang (Slave)	blau rosa
1 2	Tx + Tx -	RS422 - Ausgang (symmetrisch)	grün braun
12 11	Rx + Rx -	RS422 - Eingang (symmetrisch)	grau gelb

Ansicht: Lötseite Kabelstecker, Isolierkörper (Insulator)

Steckverbinder:

ODU MINI-SNAP, 14-polig, Serie B, Größe 2, Kodierung 0, IP 68
Bestell- und Anschlusshinweise finden Sie unter www.odu.de

1) Werden in der Betriebsart „Triggerung“, siehe Kap. 6.14, als Trigger-Eingänge verwendet.

15.3 Pin-Belegung für RS422-Verbindung

WICHTIG!
Die Systemmasse (GND) muss mit der Masse (GND) des Endgerätes (USB-Konverter, Pin 5) noch vor Anschluss der Signalleitungen Rx / Tx. verbunden werden.

PC1700-X — ILD1700

S4 OFF
S3 OFF
S2 ON
S1 ON

X = Kabellänge in m

Abb. 55 Prinzipaufbau

Für die Verbindung zwischen Sensor und PC müssen die Leitungen gekreuzt werden.

ILD1700		Konverter	
Signal	Adernfarbe PC1700	Signal	Pin
RX-	gelb	TX-	1
RX+	grau	TX+	2
TX+	grün	RX+	3
TX-	braun	RX-	4
GND (Pin 6)	schwarz	Masse	5

Abb. 56 Pin-Belegung und Verdrahtung

Trennen beziehungsweise verbinden Sie die Sub-D-Verbindung zwischen RS422 und USB-Konverter nur im spannungslosen Zustand.

15.4 Werkseinstellung

Name	Einstellwert		
LED	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3
output	Strom	Letzten Wert halten	Sync/Error
speed	2,5 kHz	Master Synch off	115,2 KBaud
avg	1 (3)	Gleitender Mittelwert	Binärformat (kein ASCII)
zero	off	...	...

Masterwert: 0,5 x Messbereich

Oberer Grenzwert: 101 % d.M. / Messwert digital: 16365

Oberer Hysteresewert: 100 % d.M. / Messwert digital: 16207

Unterer Hysteresewert: 0 % d.M. / Messwert digital: 161

Unterer Grenzwert: -1 % d.M. / Messwert digital: 0

Die Werkseinstellungen (Default) können im Messmodus (LED „state“ leuchtet kontinuierlich) durch etwa 5 Sekunden langes Drücken der Taste „function/enter“ wieder hergestellt werden.

15.5 Pin-Belegung PC1700-x/x/USB/OE/IND

9-pol. Sub-D	Pin	Belegung
	1	Tx -
	2	Tx +
	3	Rx +
	4	Rx -
	5	GND

2-pol. Kabel	Farbe	Belegung
	rot	4 ... 20 mA oder 0 ... 10 V
	schwarz	AGND

Netzteil

Analog-ausgang

Sensor

PC

Das PC1700-x/x/USB/OE/IND enthält offene Enden für das Analogausgangssignal und ein Stecker-Netzteil für 90 ... 235 VAC. Kabellänge x = 3 oder 10 m.

15.6 Zubehör

PC1700-3	Versorgungs- und Ausgangskabel 3 m lang, schleppkettentauglich; Kabel-ø 6,8 mm ± 0,2 mm
PC1700-10	Versorgungs- und Ausgangskabel 10 m lang, schleppkettentauglich; Kabel-ø 6,8 mm ± 0,2 mm
PC1700-x/IF2008	Schnittstellen und Versorgungskabel
PC1700-x/USB/IND	USB Versorgungs- und Ausgangskabel, 3 m, 10 m oder 20 m lang, mit integriertem Steckernetzteil (90 ... 235 VAC)
RS422/USB-Konverter	Umsetzer von RS422 auf USB passend für Kabel PC1700-x/USB/IND inklusive Treiber
PC1700-x/x/USB/BNC	Wie PC1700-x/USB, zusätzlich Analogausgang auf BNC
PC1700-x/x/USB/OE/IND	Wie PC1700-x/USB, zusätzlich mit offenen Enden für Analogausgang
PS2010	Netzteil für Hutschienenmontage, Eingang 230 VAC, Ausgang 24 VDC/2,5 A
IF2008	Interfacekarte IF2008 für die synchrone Erfassung von 4 digitalen Sensorsignalen, Serie optoNCDT 1700 oder andere und 2 Encoder. In Verbindung mit IF2008E können insgesamt 6 digitale Signale, 2 Encoder, 2 analoge Signale und 8 I/O Signale synchron erfasst werden.
SGH Größe S, M	Ohne Freiblaseinrichtung, mit Zu- und Abluftanschlüssen für die Kühlung
SGHF Größe S, M	Mit Freiblaseinrichtung für das Schutzfenster

Montagehilfe	Artikelnummer	Sensor	Aluminiumvorrichtung zur einfachen Montage eines Sensors in Direktreflexion
20,0 °	2555059	ILD1700-2DR	
17,6 °	2555060	ILD1700-10DR	
11,5 °	2555061	ILD1700-20DR	

MICRO-EPSILON

MICRO-EPSILON MESSTECHNIK GmbH & Co. KG
Königbacher Str. 15 · 94496 Ortenburg / Deutschland
Tel. +49 (0) 8542 / 168-0 · Fax +49 (0) 8542 / 168-90
info@micro-epsilon.de · www.micro-epsilon.de

X9750139-D071045HDR